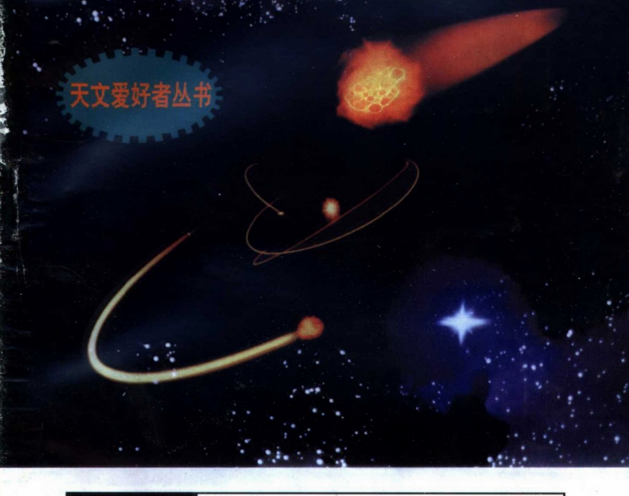


探访地球的姐妹们

主编 张金方 邓先明 ● 编写 孙宾贺

中国建材工业出版社

TIAN WEN AI HAO ZHE CONG SHU

天文爱好者丛书

责任编辑：王苏娅
封面设计：郭　媛

策划：北京汉洲文化艺术有限责任公司



ISBN 7-80090-816-X/G·144
（共 12 册）总定价：70.00 元

天文爱好者丛书⑦

探访地球的姐妹们

编写　孙宾贺

中国建材工业出版社

目　录

水星

水星的外貌 ………………………………… (1)
水星内幕 ………………………………… (2)
水星风光 ………………………………… (10)
水星凌日 ………………………………… (12)

金星

地球的姐妹行星 ………………………………… (13)
古海之谜 ………………………………… (24)
金星上的城市 ………………………………… (28)

火星

火星的运动 ………………………………… (33)
荒凉的火星世界 ………………………………… (34)
干涸的火星 ………………………………… (39)
火星小资料 ………………………………… (45)
火星大尘暴 ………………………………… (49)
“火星生命”再起波澜 ………………………………… (54)

木星

液态行星 ………………………………… (61)
大红斑 ………………………………… (67)
候补的“太阳” ………………………………… (75)
木星的卫士 ………………………………… (79)

土星

比水还轻 ………………………………… (91)

土星家族 …………………………………… (97)
奇妙的光环 ………………………………… (99)
拜访女巨神……………………………… (102)

天王星

独特的天王星…………………………… (110)
天王星小档案…………………………… (114)

海王星

天王星的兄弟…………………………… (119)
探索海王星……………………………… (122)

冥王星

浑身是谜………………………………… (126)
奇特的轨道……………………………… (131)
冥外行星之说…………………………… (137)



水星

水星的外貌

在太阳系的九大行星中，水星最靠近太阳。它属于内行星。从地球上看去，水星和太阳之间的视角距（即两个天体在观测者眼里所张的角度）不超过 28°。我国古代把 30°叫做——“辰”，水星离太阳的视角距不超过一辰，因而我国古代把它称为“辰星”。

水星最亮的时候，目视星等达一1.9 等。由于水星和太阳之间的视角距离不大，使得水星经常因距离太阳太近，淹没在耀眼的阳光之中而不得见。即使在最宜于观察的条件下，也只有在日落西山之后，在西天低处的夕阳余晖中．或是在日出之前，在东

方地平线才能看到它。

在地面上观测水星，几乎看不到它的细节。1973年11月3日，美国发射了水手10号宇宙飞船，对水星进行飞近探测。它是迄今唯一“访问”过水星的宇宙飞船。在它与水星三次相会的过程中，向地面发回了5000多张照片。在最后一次，它距水星表面仅372千米，拍摄了非常清晰的水星电视图像，天文学家惊奇地发现，水星表面和月球表面极为相似。

水星表面大大小小的环形山星罗棋布，既有高山，也有平原，还有令人胆寒的悬崖峭壁。据统计，水星上的环形山有上千个，这些环形山比月亮上的环形山的坡度平缓些。1976年，国际天文学会聘请一些专家、学者为环形山命名，1987年正式公布了第一批环形山的名字，其中有15个环形山用了中国的人的名字。除了中国现代文学巨匠鲁迅外，其他14位都是中国古代文学家和艺术家。

水星内幕

水星的运动

水星离太阳的平均距离为5790万公里，绕

太阳公转轨道的偏心率为0.206，故其轨道很扁。太阳系天体中，除冥王星外，要算水星的轨道最扁了。水星在轨道上的平均运动速度为48公里/秒，是太阳系中运动速度最快的行星，它绕太阳运行一周只需要88天，除公转之外，水星本身也有自转。过去认为水星的自转周期应当与公转周期相等，都是88天。1965年，美国天文学家戈登、佩蒂吉尔和罗·戴斯用安装在波多黎各阿雷西博天文台的、当今世界上最大的射电望远镜测定了水星的自转周期，结果并不是88天，而是58.646天，正好是水星公转周期的2/3。水星轨道有每世纪快43″的反常进动。

地球每自转一周就是一昼夜，而水星自转三周才是一昼夜。水星上一昼夜的时间，相当于地球上的176天。与此同时，水星也正好公转了两周。因此人们说水星上的一天等于两年。由于水星在近日点时总以同一经度朝着太阳，在远日点时以相差90°的经度朝着太阳，所以水星随着经度不同而出现季节变化。

水星的核心

水星外貌如月，内部却很像地球，也分为壳、幔、核三层。水星的半径为2439公里，是

地球半径的38.2%，18个水星合并起来才抵得上一个地球的大小。质量为3.33×10^{26}克，为地球质量的5.58%，平均密度为5.43克/厘米^3，略低于地球的平均密度。在九大行星中，除地球外，水星的密度最大。由此天文学家推测水星的外壳是由硅酸盐构成的，其中心有个比月球大得多的铁质内核。这个核球的主要成分是铁、镍和硅酸盐。根据这样的结构，水星应含铁20000亿亿吨，按目前世界钢的年产量（约8亿吨）计算，可以开采2400亿年，真是一座取之不尽，用之不竭的大铁矿！

美国发射的“水手10号”在1974年3月、9月和1975年3月探测了水星，并向地面发回5000多张照片，为我们了解水星提供了珍贵的信息。从照片上我们看出，水星的外貌酷似月球，有许多大小不一的环形山，还有辐射纹、平原、裂谷、盆地等地形。人们推测水星的壳层与月球类似，并且都有过陨星轰击历史。水星上有极稀薄的大气，大气压小于2×10^{-9}百帕，大气中含有氦、氢、氧、碳、氩、氖、氙等元素。由于大气非常稀薄，水星的表面白天和夜晚的温度相差很大。白天太阳光直射处温度高达427℃，夜晚太阳照不到时，温度降低到－173℃。温差

变化如此悬殊，绝不可能有生物存在。

水星的磁场

水星有没有磁场？70年代以前，也是谁都不知道。而一般估计，这么小的一个天体大概是不会有磁场的。

1973年11月，第一个也是到目前为止唯一的一个水星探测器发射成功，它的既定考察任务中，有一项就是探测水星究竟有没有磁场。它就是美国的“水手10号”探测器。探测器曾经3次从水星上空飞过，那是在1974年的3月29日和9月21日，以及1975年3月16日。

“水手10号”第一次飞越水星时，最近时距水星只有720多公里。探测器上的照相机在拍摄布满环形山的水星地貌的同时，磁强计意外地探测到水星似乎存在一个很弱的磁场，而且可能是跟地球磁场那样有着两个磁极的偶极磁场。水星表面环形山和磁场的发现使科学家很感兴趣，因为这些都是前所未知的。但是，磁场的存在必须得到进一步的证实，这就要等待到“水手10号”与水星的另一次接近。

“水手10号”探测器的飞行轨道是这样安排的：在到达水星区域时，它每176天绕太阳转一圈。我们知道，水星每88天绕太阳一周，也

就是说，水星每绕太阳两圈，"水手10号"来到水星附近一次，飞越水星并进行探测。

"水手10号"第二次飞越水星时，距表面最近时在48000公里左右，对水星磁场没有发现什么新的情况。为了取得包括磁场在内的更加精确的观测资料，科学家们对探测器的轨道作了校准，使它第三次飞越水星时，离表面只有327公里，而且更接近水星北极。观测结果是十分令人鼓舞的：水星确实有一个偶极磁场。从最初发现到完全证实，刚好是一年时间。

水星的偶极磁场与地球的很相像，极性也相同，即水星磁场的北极在水星的北半球，其南极在南半球。

水星磁场有多强呢？

磁场强度一般用一种叫做"高斯"的单位来表示，水星赤道上的磁场约0.004高斯，两极处略微强些，约0.007高斯。跟地球磁场强度比较一下就更清楚些，地球表面赤道上的磁场强度在0.29～0.40高斯之间，两极处的强度也略大，地磁北极约0.61高斯，南极约0.68高斯。大体上说来，水星表面磁场的强度大致是地球的1%。与地球磁场相比，水星磁场强度不算高，更不要说与其他强磁场行星——木星和

土星相比了。但是，除了这三颗行星之外，在太阳系的其余行星中，水星还是可以称得上是有较强磁场的一颗行星。

水星磁场与地球磁场还有一点很相像的地方，那就是磁轴与自转轴并不重合，两者互相交错而形成一个夹角，水星的这个角度是12度，而地球则是11度多。磁轴指的是北磁极和南磁极之间的连线。

既然存在磁场，磁场在太阳风的作用下肯定会被局限在一定的范围内，这个范围就是所谓的磁层。太阳风基本上不可能进入到磁层里面。水星和地球都有磁场，也都有磁层，水星磁层冲着太阳那面的边界——磁层顶到水星中心的距离，大致相当于1.45个水星半径，地球磁层顶到地球中心的距离约11个地球半径。所不同的是，地球磁层是不对称的，有点像是条头大尾小的大“鲸鱼”，而且“尾巴”拉得很长；水星的磁层则是比较对称的。

水星有一个基本上与自转轴平行的偶极磁场，虽然磁场强度比地球的弱，但两者却很相似。人们首先想到的是，它们磁场的成因也许也是相似或相同的。

那么，地球磁场是怎么形成的呢？

关于地球磁场的成因，有好多种说法，是个在进一步探讨中的问题。从本世纪50年代开始，所谓的“自激发电机”假说获得越来越广泛的赞同。多数人认为它不失为是个比较可以接受的理论。这个假说的依据是这样的：

（1）地核物质是流体，高温，具有良好的导电性能；（2）在极高的压力下，地核物质性质发生了变化，即使在高温时仍能保持弱的磁性；（3）地核物质在不断地流动着和运动着。在这种情况下，流体地核物质在弱磁场内的运动，一方面不断地产生电流，同时，所产生的电流反过来使原来的弱磁场不断得到加强。因此，地核就好像我们平常所说的发电机那样，有效地工作着。这就是所谓的“自激发电机”假说。

那么，水星的磁场是不是像地球那样，由“自激发电机”或某种类似于“自激发电机”的效应而产生的呢？

水星磁场在外观上跟地球磁场很相像，水星的平均密度很大，每立方厘米5.46克，在太阳系九大行星中仅仅比地球小一些，说明它也有类似地球那样的铁核。地核直径约7000公里，占地球体积的16.2%，质量大体是地球总

质量的31%。据估计，水星铁核包含着水星全部质量的70%～80%。这样的话，铁核的直径就该有3600公里。按比例来说，水星的铁核要比地球的地核大得多。

“自激发电机”假说要求行星的核心物质呈液态，可是，根据对水星的观测和研究结果来看，它的内部很可能早就是固体了，当然就不可能以“自激发电机”那样的效应来产生磁场。

正是由于这样的考虑，在“水手10号”探测器飞临水星和对水星进行探测之前，没有人认为水星会有磁场。

水星有磁场，这是事实。如何理解呢？

有人认为：在水星形成的早期历史阶段，它的液态核心还没有凝固，水星磁场是在那个时候产生的，并一直保留到现在。这种观点遭到许多人的反对，认为根本是不可能的。主要理由是：在过去的几十亿年当中，由于放射性元素产生热能，或者其他像陨星袭击等原因，使得水星内部相应部位的温度上升到物质丧失磁性所必需的最低温度之上，从而使残留下来的磁场完全消失。所以，即使当时保留了部分磁场，现在也早已消失了。

还有人认为，水星与太阳风持续不断地相互作用，也许会由此而产生磁场。对这种主张的深入研究结果表明，这种相互作用虽然会由感应而产生磁场，但不可能产生与自转轴平行的对称性磁场。

看来，水星磁场是由某种我们还没有想到或还不理解的原因造成的，这还是个难解的谜：不仅如此，有待完善的磁场成因理论，还必须能同时回答：地球磁场是怎么产生的？为什么有的天体没有磁场？为什么金星有一个比水星更大更热的内核，却没有明显的磁场等等问题。

水星风光

水星绕太阳公转的轨道是一个较扁的椭圆，当它在近日点和远日点时，所看到的太阳大小可差1倍多。太阳在水星天空中移动得慢极了，如果在水星上看日出，要耐着性子花上十几个小时。在水星上可以长时间地仔细观察日冕和色球，而不必像在地球上那样去追逐日食的瞬间，这一点令天文学家十分羡慕。然而要想到水星上去是不可能的。水星离太阳的距离是地球到太阳的1/3左右，再加上没有大气遮挡，水星上的阳光比地球赤道的阳光还强6倍，不要

说人，就是一些熔点较低的金属也会熔化。另外，水星上既无空气又无水，昼夜温差非常悬殊，最热时达到427℃，最冷时则有−173℃。温度最高的区域是中心位于北纬30°、西经195°的盆地，它是诸行星中温度最高的地方，因此给它取名为“卡路里盆地”，即热盆地的意思。又因它和月球上的雨海（月球上一个盆地的名称）极为相象，所以它也被人们称为水星的雨海。

水星上的环形山和月球上的环形山一样，也进行了命名。在国际天文学联合会已命名的310多个环形山的名称中，其中有15个环形山是以我们中华民族的人物的名字命名的。有伯牙：传说是春秋时代的音乐家；蔡琰：东汉末女诗人；李白：唐代大诗人；白居易：唐代大诗人；董源：五代十国南唐画家；李清照：南宋女词人；姜夔：南宋音乐家；梁楷：南宋画家；关汉卿：元代戏曲家；马致远：元代戏曲家；赵孟頫：元代书画家；王蒙：元末画家；朱耷：清初画家；曹霑（即曹雪芹）：清代文学家；鲁迅：中国现代文学家。

水星表面上环形山的名字都是以文学艺术家的名字来命名的，没有科学家，这是因为月面环形山大都用科学家的名字命名了。水星表面

被命名的环形山直径都在20公里以上，而且都位于水星的西半球。这些名人的大名将永远与日月争辉，纪念他们为人类作出的卓越贡献。

水星凌日

当水星走到太阳和地球之间时，我们在太阳圆面上会看到一个小黑点穿过，这种现象称为水星凌日。其道理和日食类似，不同的是水星比月亮离地球远，视直径仅为太阳的190万分之一。水星挡住太阳的面积太小了，不足以使太阳亮度减弱，所以，用肉眼是看不到水星凌日的，只能通过望远镜进行投影观测。水星凌日每100年平均发生13次。下次凌日是在1999年11月16日5时42分，有望远镜的朋友切莫错过机会。

金星

地球的姐妹行星

金星是天空中最亮的星星，其亮度足以抵得上15颗天狼星。中国古代称它为太白或太白金星。金星和水星一样，位于地球轨道之内，是内地行星。由于金星比地球更靠近太阳，从地球上看去，它和太阳的最大视角距离不超过48°。因而，金星不会整夜出现在星空，它有时闪烁在群星都已隐去的朝霞中，有时又出现在众星尚未露面的落日余辉里。当金星出现在黎明的东方天空时，我国民间称它为启明星；出现在黄昏西方天空时，我国民间称它为长庚星。《诗·小雅·大东》中“东有启明，西有长庚”，

指的就是金星。

从外表上看，金星与地球有不少相似之处，也是一个有较密大气层的固体球。

金星的半径为6073千米，只比地球半径小300千米，体积是地球的0.88倍。质量为地球的81.5%，相当于4.87×10^{27}克。平均密度约为地球的95%，为5.19克/厘米^3。由于这几项数值和地球十分相近，因此，人们形象地把它称为地球的姐妹行星。在宇宙飞船探测金星以前，有的天文学家推测，金星的化学成分和表面的物理状况与地球相似，金星上发现生命的可能性甚至比火星还要大。

50年代后期，天文学家用射电望远镜穿过封闭金星的厚厚的云层，第一次测出它的自转周期和表面温度。金星自转极慢，温度极高，可能达到300℃以上，这个结果和以前预测的洞天福地般的金星环境简直相差十万八千里，有人怀疑是不是仪器出了毛病。

1961年以来，前苏联和美国先后向金星发射了30多个探测器，开始是飞近探测，后来发展到着陆探测。现代科学证明，金星是个奇热、无水、任何生命都无法存活的世界，金星和地球只是一对“貌合神离”的姐妹。

金星的真面目

为了探索金星的真面目，20世纪60年代初拉开了探测金星的序幕，前苏联1961～1978年已发射了12个金星探测器。美国1962～1978年共有6个探测金星的飞船上天。仅在1978年12月4日～25日的20多天里，前苏联和美国就各有两个自动行星际站在金星表面软着陆，实现了对金星的现场考察。

行星探测器对金星进行现场考察以后，遮盖在金星表面的“蒙面纱”已经逐渐揭开了。金星没有磁场和辐射带，其大气的组成和地球迥然不同：地球大气以氮、氧等气体为主，二氧化碳很少；在包围着金星的大气中，97%以上是二氧化碳，此外，还含有少量的氮、氩、一氧化碳、水蒸汽及氯化氢等。金星大气中的二氧化碳能让阳光通过，照到金星表面，却不让热辐射返回太空，使金星表面处于高温状态，产生“温室效应”。金星表面的温度高达465℃～485℃。温室保护罩的作用还使金星上的昼夜温差很小，基本上没有昼夜、季节和地区的差别。金星表面的大气密度比地球上的大50倍。地球海洋平面的气压是一个大气压；金星表面的气压大到90个大气压，相当于地球上海洋深处900米左右所

受的压力。金星上空闪电频繁，每分钟达 20 多次，常常是电光闪闪，雷声隆隆。前苏联的“金星 12 号”1978 年 12 月 21 日在下降到金星表面的过程中，仅仅在从 11 公里高空下降到 5 公里的期间，就接连记录到 1000 次闪电。有一次特别大的闪电竟持续了 15 分钟。“金星 13 号”和“金星 14 号”的下降装置在下降过程中，考察了金星的高空风。金星表面的风速大约为 2～3 米/秒，由表面到高空，风速逐渐加大，到 50～70 公里的高空，风速竟然达到 100 米/秒，风向与金星的自转方向相同，但比自转速度快得多。更惊人的是，在离金星表面 30～88 公里的空间，密布着一层有腐蚀性的浓硫酸雾。这是一个多么令人窒息的环境！这个现代天文学家称为“太阳系中的地狱”的金星绝对不能是地球的孪生姐妹。探测结果表明，金星上不存在任何液态水，不仅没有任何类似地球上的动植物存在，连任何生命的形式都没有。

美国的“先驱者”1 号和 2 号，前苏联的“金星”11 号和 12 号分别在 1978 年 12 月 4 日、9 日和 21 日、25 日到达金星，对金星进行综合性的考察。从它们发回的信息得知，由于金星表面有浓密的大气保护，其表面并不像月亮、

水星那样布满环形山。相对来说，金星表面比较平坦，大部分表面都覆盖着一层“浮土”，其平均密度是1．2～1．9克/厘米^3，厚度不超过1米。在浮土下面，主要是密度为2．2～2．7克/厘米^{3}的玄武岩。下降装置周围可以看到许多大石块，绝大部分石块呈红褐色，棱角分明，半埋在颗粒细小的黑褐色尘土和砂砾之中。这表明金星上的物质构造仍很活跃，可能存在活火山。

金星上的山脉，一般都很高，最高的是麦克斯威尔山，高度为11270米，地球上的珠穆朗玛峰还比它矮一头。北半球大高原，长3200公里，宽1600公里，相形之下，青藏高原大为逊色。在赤道地区，发现一些像火山口一样大而浅的圆形圈，有些地方像是由巨大的熔岩流所形成。此外，还有一条很深的大裂缝，自南向北穿过金星赤道，裂缝最深的地方有7米左右，这是目前在太阳系天体上发现的一条最大的裂缝。

从前苏联发射的自动行际站“金星13号”拍摄的金星表面照片看出，金星的天空是橙黄色的，云也是橙黄色的；金星上的物体，大部分看起来也是橙黄色的，有的微带绿色，蓝色的很少。金星的世界，真可说是个金黄世界。这种奇

异的景色，是“金星13号”下降装置，通过蓝、绿滤色镜拍摄的。科学家们认为，这是由于金星大气和云层太厚，吸收了太阳光中蓝色部分，使照在金星大气层和大地上的光带着黄光。因此，金星上的白昼也不像地球上这样明朗；其亮度很像地球上的阴天。

在金星大气中发现氩40和氩56，并测出其准确比例为200：1，这说明金星和地球存在亲缘关系的说法是有道理的。对金星表面太阳光照强度，自动摄像机向地球传回的分辨率很高的图像显示，金星上很明亮，它本身是黄褐色的，布满多层浓云的天空是橙黄色的。

美国和俄罗斯都用雷达测绘了金星表面地形图，测绘面积占金星表面积的90%，可以说，对金星的一系列探测，已初步揭开了它的面纱。到目前为止，金星是人类了解最多的一颗大行星。

然而，科学家对金星的探测与研究，意犹未尽。认为获得的金星表面雷达图像清晰度、分辨率还不够理想，无法解答令科学家着迷的一些问题。例如，如果说金星和地球有亲缘关系，那末，它的表面是否也像地球一样分裂成移动的地壳板块呢？金星显然已成为无法控制的温室

效应的牺牲品。那末，人类生存的地球是否也会面临金星同样的厄运？先驱者号金星号探测器发现金星上可能曾经有过水，那末，金星上是否有河床和海滩？据前苏联金星着陆舱传回地球的信息知道，金星经历的侵蚀远比地球少，因此我们有可能把金星作为研究对象来了解地球早期大陆形成的情况。

有鉴于上述种种问题，美国决定研制新一代金星探测器，即麦哲伦号金星探测器。它已于1989年5月由亚特兰蒂斯号航天飞机在太空施放，并在1990年8月10日和金星交会，进入了离金星表面最高点为8028公里、最低点为249公里的金星椭圆形轨道。它大约每3小时零9分钟绕金星运行一周。每次飞过轨道的低点部分时，探测器将直径为3.6米的碟形天线指向金星表面并发射雷达探测脉冲，摄取面积为16100公里长24公里宽的区域的一幅幅金星表面照片。麦哲伦号金星探测器预计将环绕金星飞行2000圈，用243个地球日（金星自转一周）完成对金星90%以上面积的测绘工作，它的雷达系统将透过云层揭开金星的面纱，获得迄今为止最详细的图像，其分辨率足以发现金星上一个足球场那样大小的物体。

现在麦哲伦号探测器已经测绘完90%以上的金星表面积，发回的照片表明，金星存在着活火山熔岩流、陨石坑、沙丘、高耸的山岭和巨大的峡谷。科学家通过它的探测要对金星进行天文地球动力学研究，例如板块构造以及研究与地球相关的问题。对金星资料的进一步研究与分析正在进行中，不久科学家们将会向人们提供更多的金星研究成果。

太阳从西边出

浓厚的金星云层使金星上的白昼朦胧不清，这里没有我们熟悉的蓝天、白云。金星上空会像地球上空一样，出现闪电和雷鸣。

金星离太阳的平均距离是10800万公里，绕太阳运动的公转轨道的偏心率只有0.007，故轨道接近于圆。金星绕太阳运动的速度较水星慢一些，为35公里/秒，它绕太阳运行一周约224.7天。由于金星有一层厚厚的浓云，过去用光学方法难以观测到它的表面情况，因而也就难于测出其自转周期。随着无线电技术的发展，1962年，天文学家利用射电方法测出了金星的自转周期。金星的自转周期很慢，要243天才自转一周，比公转一周的224.7天还长，也就是说，金星自转一周需要1年多的时间。金星

自转为逆向，即自转方向和公转方向相反，是太阳系九大行星中独有的现象。因为金星是自东向西自转的，与我们地球的自转方向截然相反，所以，金星上的太阳是西升东落。金星自转周期是243天，比公转周期还长。金星上的一昼夜相当于地球的117天。也就是说，在一个金星年中，金星上只能看到两次太阳西升东落。

要解开金星逆向自转之谜，首先应当弄清楚行星自转是怎样来的，这个问题又与行星的起源问题有密切的关系。

目前，对行星的起源问题还没有受到大家普遍承认的成熟理论。我国学者戴文赛先生详细研究了各种学说之后，提出自己的行星起源学说。这一学说可简短说明如下：约在50亿年前，在离银河系中心3.3万光年处，就是我们现在太阳系所在的位置上，弥漫的星际物质聚集成一个巨大的星云。由于引力作用，这个巨大星云收缩，同时云中出现了湍涡流。后来这个云碎裂成一二千块，其中有一块就是形成太阳系的，我们把它叫作原始太阳星云。由于它是在涡流中产生的，所以从一开始原始太阳星云就在自转着（其他星云碎块也都有自转，后来演化成恒星）。

我们的原始太阳星云的质量比今天太阳系的质量要大些，它一面收缩，一面自转，收缩的结果使自转角速度加大，越转越快，这很像张开手臂旋转的滑冰运动员，在收拢手臂时旋转就会加快的现象。物理学上把这种现象叫作角动量守恒。由于旋转的加快，在星云的赤道部分惯性离心力最大，它抗拒星云的引力作用，所以赤道处星云收缩得比较慢，而两极处收缩得比较快，原始星云便逐渐变扁。

当原始星云收缩到一定大小，例如具有现在太阳系的尺寸时，赤道处的自转速度已经足够大，使得那里的惯性离心力等于星云对赤道处物质的吸引力。这时候，赤道上远离中心的那部分物质就不再收缩，而是留下来围绕星云其余部分旋转。原始星云其余部分继续收缩，在赤道处又留下一部分物质。这样演化下去，逐渐形成一个环绕星云中心的星云盘。剩余的星云物质进一步收缩，最后演变为太阳。而星云盘中的物质粒子互相碰撞吸积变成足够大的团块，我们把它叫作星子。其中较大的星子由于进一步碰撞，吸积周围的物质粒子逐渐变成更大的行星胚胎。具有较大质量的行星胎胚的引力强大到能够吸引周围的星子（引力吸积），使行星胚

胎体积增大，逐渐演化成行星。

行星自转又是如何起源的呢？上面所叙述的假说也提出一种初步的看法：原始星云物质一开始就有自转，因此当尘埃和星子落入行星胚胎时，也把角动量带给行星胚胎，使行星胚胎自转起来。

不过也有人提出不同的看法。美国一位天文学家提出自己的太阳系演化理论，他认为在原始太阳星云盘内，不需要经过星子——行星胚胎这样的过程。在太阳形成以后，星云盘的物质很快就聚集成一些很大的原行星，原行星的质量很大，在原行星内部，高压使得气体尘埃物质凝聚成为固体沉降到核心部分，而外部气体受到太阳光热和太阳发出的粒子辐射（太阳风）的作用而逸散开去，最后演化为现在的行星。

原行星不自转，太阳对它的吸引使原行星向太阳的一面隆起凸出来。当原行星绕太阳公转时，这个隆起部分偏离朝向太阳的方向，但太阳对隆起部分吸引，把它拉回到朝向太阳的方向，这样就强迫原行星自转起来。看来，在行星起源和自转起源这一问题的领域，可让人充分发挥思维的创造力，去提出更为合理的假说。

大多数行星是直立着或斜着身子顺向自

转，而金星则逆向自转，这给各种行星演化理论提出了难题。

金星逆转，可能是从金星轨道里侧的一个比月球还大的大星子斜着落在金星胎上，把很大的角动量带给金星胎，由于星子大都是顺向绕太阳运转的，从里侧斜着撞向金星胎的星子，其运动方向和金星胎的自转方向相反，这样一来使得金星胎的自转就从顺向变为逆向了。

这些推测还经不住科学事实的考验。行星自转是否是这样起源的？碰撞金星的大星子后来哪里去了？是否还有别的原因造成金星逆向自转……，这些问题尚待人们作进一步的思考和研究。

古海之谜

太阳系九大行星之中，要算金星与地球最相似。在很长的一段时期里，大家把地球和金星称作为“姐妹”行星。既然这两颗行星这么相似，地球“姐”行星上又有那么多的水；不少人认为，金星“妹”行星上一定也存在着大量的水。想象力丰富而走得更远的人甚至认为，大海孕育着生命，覆盖着大面积海洋的金星面上，很可能是个动植物繁衍茂密、生机盎然的世界。

现代科学已经完全证明，金星面上是个奇热、无水，干旱到了极点和没有任何生命的世界。不少人的意见是，过去金星有过波涛汹涌的大海洋，只是后来才消失的。是这样吗？这个谜般的问题在科学家中间是颇有争议的，一直引起科学家们的关注和浓厚兴趣。

被称作金星“古海”里的水，究竟哪里去了呢？认为金星过去有海洋的人，曾提出过这么几种可能性：（1）海洋大量蒸发，水蒸汽被太阳分解为氢和氧两种气体，氢由于太阳风的影响等原因，逐渐逃逸到宇宙空间去；（2）金星曾在早期的某个历史阶段，从体内向外散发出大量的像一氧化碳那样的气体，这些气体比较容易与水发生作用。可以想得到，在这类作用的过程中，大量的水被一批又一批地消耗掉；（3）从金星内部喷发出来的岩浆的温度，一般都达到炽热的程度。水与岩浆特别是其中的铁等相互作用而大量消耗；（4）与地球一样，金星表面大量的水原先也是从自己体内来的，由于某些人们还不太清楚的原因，这些水又回到了金星内部去。

这类解释没有得到大家的承认。如果事情真是这么简单的话，那么，使金星表面大量水消

失的原因，同样可以成为使地球上的水不复存在的原因。为什么地球上依旧有那么多的水呢？

另一种解释是这样的：在太阳系形成的早期，太阳没有现在这么热，金星面上的气候也自然比较凉快，大片海洋的存在使得金星风光绮丽，甚至生命已开始在海洋中生长起来。随着太阳系演化的发展，太阳变得越来越明亮，越来越热，这下子把金星表面也烤得越来越热，金星海洋的蒸发越来越加快，大气中充满着水蒸汽。水蒸汽让越来越强的阳光穿过大气层，射在金星表面上，并转化为热。可是，热量转过身来向太空散射出去时，却受到了水蒸汽的阻碍。这样，金星表面附近的温度就日积月累，越升越高，一方面海水大量消耗，而温度高到一定的程度，存在碳酸盐岩里的大量二氧化碳就会被“赶”出来。

大气中水蒸汽和二氧化碳成分的增加，使温度持续上升，而温度增高的结果是水蒸汽和二氧化碳继续大量产生出来，形成所谓的“温室效应”，这种恶性循环使得金星表面的情况越来越严酷。同时，在紫外线的作用下，水蒸汽分解为氢和氧，而氢又由于种种原因，脱离金星而逃逸到太空去。其结果是，金星海洋中的水越来越

少，直到完全干涸，停留在大气中的水蒸汽也微乎其微，金星表面的温度则维持在400摄氏度以上的酷热状态。

这样的解释并没有得到普遍的承认。有人认为：现在金星上的水，很少有机会到达大气的上层，因此不会遭到分解和被“迫”逃到空间去；即使按现在水分消耗的速度来考虑，在太阳系的全部漫长历史中，金星也根本不可能失去那么大量的水。

不承认金星过去有过海洋的人，对于大气中的少量水蒸汽，自有其独特的解释。有这么一种假说，认为：金星最初根本没有海洋，而是个干燥的星球。由于金星没有磁场，太阳风就直接“吹”向金星大气，太阳风所带的氢成为大气中很少量水的来源。可是，金星上不存在大量水的问题就算这样解决了，地球上大量水的来源问题怎么解决呢？为什么地球和金星都在相距不太远的宇宙空间形成，一个是“水”球，而另一个是干燥星球呢？显然这是说不通的。

有人把太阳风换成了彗星，认为彗星所带的水分和冰是金星大气中少量水蒸汽的主要来源，并认为几十亿年来，有难以计数的彗星和微彗星撞进了金星大气层。还是同样的问题，为什

么从一开始地球和金星上的水量就相差那么悬殊！

金星上面是否存在过大海？如果存在的话，它们又是如何消失的呢？这类问题有待进一步观测、探讨、研究、分析。

我们必须认识到，金星古海之谜并不是一个纯理论问题，而具有非常重要的现实意义。金星大气中二氧化碳成分的增加，再加上“温室效应”的作用，使得金星成为生命的“禁区”。回头看我们地球的话，地球上的二氧化碳最低限度不少于金星，只是它们都被禁锢在各种岩石中。金星向我们提出的警告是：千万不能由于大量燃烧石油、煤炭和其他燃料，而无节制地增加大气中的二氧化碳含量；千万不能让大气中含太多的二氧化碳，产生像金星那样的“温室效应”，致使岩石中的二氧化碳释放出来；千万不能使得大气中二氧化碳含量与地球表面温度持续上升之间，形成极大地危害生命的恶性循环，不论是现在还是将来。

金星上的城市

1989年1月，前苏联发射的一枚探测器终

于穿过了金星表面浓厚的大气层，通过对其发回照片的科学分析，科学家们惊奇地发现，金星地表原来分布有2万座城市的遗迹。

关于金星的这一最新秘密，是前苏联科学家尼古拉·里宾契诃夫在布鲁塞尔的科学研讨会上披露的。

在这次会议上，里宾契诃夫说："那些城市全散布在金星表面，如我们能知道是谁建造了它们就好了，……我们绝对无法在金星上生存片刻，但一些生物却做到了——并留下了一个伟大的文化遗迹证明它。"

"那些城市以马车轮的形状建成，中间的轮轴就是大都会所在。根据我们估计，那里有一个庞大公路网将它们所有城市连接起来，直通它的中央。"

不久，美国发射的探测器也发回了不少有关金星地表城市建筑遗迹的照片。经过科学的处理、辨认、分析，科学家们确认，那2万座城市遗迹完全是由"三角锥"形金字塔状建筑组成的，每座城市实际上是一座巨型金字塔，这2万座巨型金子塔摆成一个巨型的马车轮形状，其间的辐射状大道连接着中央的大城市。

研究者们认为，这些金字塔形的城市可以

日避高温，夜避严寒，再大的风暴对它也无可奈何。

1988年，前苏联宇宙物理学家阿列克塞·普斯卡夫宣布说，在金星地表也发现了像火星上那样的人面形建筑。

这是不是意味着这两个星球有某种特殊的联系呢？

早在1973年，前苏联天文学家谢尔盖·罗萨诺夫教授提出了飞碟来自金星的假设，他说："金星人数世纪来，就生活在金星地表下面，在那里，金星人构筑了真正的地下城，在人造环境中生存繁衍。金星上大气被毁坏，动物和植物被污染致死，金星因为金星人的文明发展走入歧途而失去了控制的缘故，后来，金星人慢慢地开发了他们的地下，在那里种植作物、饲养动物，制造大气和必要的热量。他们利用了原子能，但在地面留下了数以百万计的尸体，也许金星四分之三的人口都死于核爆炸。既然金星人已取得了核力量，那么很难设想他们至今会不了解我们的存在。我个人认为，不时地出现在地球表面的飞碟是金星人派来侦察的飞行器"。

在金星的城市废墟下面，在金星地下是否真正还活着金星人，谁也很难作绝对的否定，外

星人把金星作为飞碟基地，那更是完全可能的。因此，我们对金星人的寻访工作还并没有完成。我们也还不能够明确地肯定或否定金星生命及其文明世界的存在。因为在我们古老的神话传说或经典记载里，在遥远古老的洪荒时代，金星人就曾经来访问过我们地球，并且留下了许多他们殖民地球的历史遗迹。



火星

火星是一颗红色的行星，它缓慢地在众星之间穿行，时而顺行，时而又逆行，亮度常有变化，最暗的时候视星等约为＋1.5等，最亮的时候比天狼星还亮得多，令人迷惑，所以，中国古代称为“荧惑”。

火星是一颗最具传奇色彩的行星，有着许多令人神往的故事，然而，它并不像人们想象的那样美好。在干燥的火星表面上遍地都是红色的土壤和岩石。由于不断受到风沙作用，火星表面到处可以看到沙丘和类似河床的地形。这种河床地形分布在南半球及赤道附近，表明了距今大约30亿年前火星上曾有过像地球上一样的河川，有水流动。

火星表面满目荒凉，是赤色的不

毛之地。大气中的微尘使天空呈现橙红色。火星的红色之谜一直困扰着人们。通过对火星泥土的分析，我们知道原来火星土壤中含有大量氧化铁，由于长期受紫外线的照射，铁就生成了一层红色和黄色的氧化物。夸张一点说，整个火星就像是一个生了锈的世界。

火星的运动

火星离太阳最近时只有 2.065 亿公里，最远时为 2.491 亿公里；绕太阳公转轨道的偏心率为 0.09。在九大行星中，除冥王星外，火星的偏心率最大，其公转轨道为椭圆形。火星的轨道半长径约为 1.52 个天文距离单位，它绕太阳公转一周要 686.98 日，差不多比地球的一年长一倍；自转周期为 24 小时 37 分 23 秒，其一天的长度几乎和地球相同。火星的自转轴也有一个 25°的倾角，与地球的 23.5°差不多。因此，火星上也有四季变化，每季长度约相当于地球上两个季节的长度。

火星在椭圆轨道上运行时，与地球的距离有较大的变化。火星与地球的会合周期是 779.87 天，即大约每隔两年两个月，火星接近地球一次。当地球和火星运行到太阳的同一侧，并差

不多排列在一条直线时，称为火星冲日。冲日前后火星与地球的距离最为接近，但每次的距离又各不相同，在 5570 万至 12000 万公里之间变化。由于火星的椭圆轨道偏心率大，每隔 15～17 年有一次与地球相距特别近的冲，称为大冲，那时是观测火星的最佳时刻。

荒凉的火星世界

火星的赤道半径是 3332 公里，只有地球半径的一半，它的体积只有地球的 1/7，质量为地球的 1/9；表面重力加速度为地球的 2/5。在火星上，以每秒 5 公里的速度抛出的物体就能脱离火星。由于火星上物体的脱离速度小，火星难以束缚住许多大气分子，因而火星大气非常稀薄。火星大气的主要成分是二氧化碳，约占 95%，其余是氮、氩、一氧化碳、氧、臭氧和氢；水汽的数量很少，平均约为大气总量的 0.01%。表面大气压为 7.5 百帕，相当于地球 30～40 公里高处的大气压。

火星上受到的太阳辐射只有地球上受到的 40%，因而火星的表面温度比地球要低 30℃以上，昼夜温差超过 100℃。在火星赤道附近，中午的温度也只升到 20℃左右，晚上又下降到一

50℃以下；在两极地区的夏季气温只有－70℃，冬季可下降到－139℃。望远镜发明以后，17世纪，荷兰学者惠更斯发现火星的南北两极都有白色的极冠，其大小随着季节不同而变化。当北半球是冬天时，北极冠增大；此时南半球是夏天，南极冠减少。当北半球到了夏天，北极冠的面积也随之缩减，和地球上的冰雪在夏季融化的情况一样。

100年前，意大利天文学家乔·斯基亚巴雷利在观测了1877年火星大冲后宣称，他在望远镜中观测到火星表面有几百条“河流”样的黑暗条纹，并发表了手绘的火面图。在将意大利文的“河流”翻译成英文时，被译成了“运河”。在以后的几十年内，观察火星表面的“运河”成了火星研究的重要课题。本世纪50年代，前苏联有位天文学家从颜色变化上认为火星表面一些地区的光谱从地球上高寒地带某些植物的分光特征相似，从而推论火星上有耐寒植物。这些都曾使科学幻想作家的思维插上了翅膀。在他们的笔下，栩栩如生的怪物——“火星人”跃然纸上。

为了探测火星的真面目，1962年以来，美国和前苏联先后发射了15个火星探测器，其中美国发射了8个，前苏联发射了7个，对火星进

行了就近观察、就近探测和实验，取得了许多珍贵的科学成果。

1965年7月14日，美国的“水手4号”飞掠火星，第一次实现了人类就近一瞥红色近邻的夙愿。“水手4号”在离火星9600公里处拍摄了22幅电视图片。它发回来的图片显示出火星表面分布有许多环形山、火山和沙漠。1969年飞临火星的“水手6号”和“水手7号”不仅把地貌电视图片扩大到全球表面的10%，还用紫外分光仪器和红外分光仪器设备分析了火星的大气成分和表面结构。1971年发射的“水手9号”于11月进入环绕火星的轨道，成为火星的人造火星卫星，在环绕火星的轨道上观察火星及其卫星。1975年8月和9月，美国的“海盗1号”和“海盗2号”相继上天。它们的主要任务是探索火星上的生命之谜。

前苏联从1962年11月至1973年8月共发射了7个“火星号”探测器，并依次编号为“火星1号”、“火星2号”、……“火星5号”等。“火星号”探测器的主要任务是探测火星及其周围空间以及行星际空间。“火星2号”曾把刻有前苏联国徽图案的金属片投掷在火星表面；“火星3号”放出着陆舱，首次实现在火星表面软着

陆；“火星 2 号”、“火星 3 号”和“火星 5 号”都先后进入环绕火星的轨道，成为火星的人造卫星。

探测器发回的探测结果表明，火星随季节变化的极冠既有水冰，又有干冰（固体二氧化碳）。北极冠大部分由水冰构成，南极冠则是由冻结了的二氧化碳构成。据估计，极冠中大约保存有大气中 20％的二氧化碳，而保存的水则比大气中的要多得多。极冠中的水冰，如果全部融化并均匀分布在火星表面，就会形成一个 10 米厚的水层。

火星大气中常有一种形状像黄云的尘暴。局部的尘暴经常出现，大的尘暴在地球上用望远镜可观测到；特别大的尘暴（如 1971 年的尘暴）能笼罩火星全球，并持续数月之久。尘暴是由火星低层大气中卷着尘粒的大风构成的。据估计，每次大尘暴覆盖在火星南半球的尘埃达 $10^{8}\sim10^{10}$ 吨之多。

火星表面的 75％布满了沙漠，成分是硅酸盐、褐铁矿等铁氧化物，所以远远看去，火星是一个橙红和棕红的世界。火星的表面被划分成两个截然不同的半球，被一个大约倾斜于赤道 30°的大圆所分开。大圆的南部半个球面崎岖不

平，且布满环形山；最大的环形山直径约为1600公里；某些地区环形山的密度可以和月面相比；大圆的北部半个球面比较平坦，但也是满目荒芜，石块、沙丘和酷寒的山峰装点着它的表面。火星上还有一些火山和峡谷。最大的火山是一座称为“奥林匹斯之雪”的火山，其底部的直径约500公里，火山口的直径也有72公里，大约有25000米高，几乎是珠穆朗玛峰的3倍。火星上最大的峡谷是“水手9号”发现的水手谷，峡谷绵延5000多公里，宽200公里，比周围地面低6～7公里，谷壁十分陡峭，它比地球上最大的峡谷——科罗拉多河峡谷（长46公里、深约1.8公里）大得多。火星表面不存在液态水，但探测到数千条干涸的河床，最长的达1500公里，宽约60公里。主要的大河床分布在赤道地区，是由比熔岩流更少粘带性的液体造成的，说明火星从前曾有过水，美国“海盗号”探测器选择了生命存在可能性最大的地方着陆，对采取的土样进行实验和分析，结果表明火星表面上存在生命的可能性极其微小。

火星是一个冷酷的、没有生命的世界。其内部构造与地球相似，有核、幔和壳。核中含有硫，几乎全部的铁都成了硫化铁。核的半径约1300

～2000公里。外壳由大量硅和铝及少量镁等所形成的较轻的岩石组成，厚约50公里。

干涸的火星

1877年，意大利天文学家斯基帕雷利，发现火星上有一些纵横交错的暗线条，并进一步观测到它们似乎还有季节性变化。消息传开之后，立即引起了极大的轰动。许多人认为它们是火星上的运河，是“火星人”为灌溉土地而特地开挖的。几乎在长达一个世纪里，都有不少人相信火星上有生命和大量的水。

观测表明，火星上确实存在着水，只是水量比地球上要少得多。如果把火星大气中所含的水蒸汽全部凝结成水，并把这水平均覆盖在表面上，这层水薄膜的厚度大致是1/100毫米。火星大气中也飘浮着云，云主要由水和二氧化碳组成。

火星大气非常稀薄，气压只有7个毫左右，大体相当于地球高空30～40公里处的大气压。在这样的环境中，水在0摄氏度就会沸腾，变为蒸汽逃逸掉。火星赤道附近的最高温度可以达到20摄氏度左右，那里有可能短时间内存在液态的水。火星表面的水主要集中在两极地区，那

里常年的温度都在 0 摄氏度以下，极夜最低温度可以下降到零下 139 摄氏度，不用说水早已结成冰，就连二氧化碳也会凝结而成为干冰。两极极冠在极大时，可以一直扩展到纬度 60 度左右的地区，说明它们含有一定量的水，把这水平均铺在火星表面上的话，水层可有 10 米厚。

无疑水也会储存在火星表面以下各层中。在纬度高于 45 度的地区，表面以下的地层终年都是非常寒冷的，会形成冰层，类似于地球两极地区的永冻层。1973 年，美国科学家发现，在赤道附近的“太阳湖”地区，日落后气温下降得比周围地区慢，夜间气温则显得略高。数年后，“海盗号”探测器发现这片地区上空大气中的水蒸汽含量，也比别的地方要多。有人认为，这片区域的地下可能存在着一个有着一定温度的液态水水库。

与地球拥有的水相比，火星上的水量是微不足道的，但火星上毕竟有水，这是最主要的。

据估计，在火星的全部历史中，蒸发和逃逸了的水如果全部重新回到火星上来的话，火星表面将被笼罩在一圈 50～100 米厚的水层中。可是，火星现在所拥有的全部水却不多，那么，

或者是大量的水都散逸掉了，或者是火星上从来就没有过那么多的水。

说火星上曾经有过大量的水有什么根据呢？

科学家们认为，在地球发展的早期历史阶段，曾经有过频繁的火山喷发，而地球火山喷发出来的最丰富的气体是水和二氧化碳，地球上的水就是这样从内层深处释放出来和积累起来的。经过几十亿年的发展和演化，地球从内部向外这样释放水的过程早已结束。正因为如此，现在的火山喷发活动中，已经很难找到这种释放水了。

其他行星包括火星在内，它们的火山喷发情况大概也是这样，火星上的大量水想必也是从自己内部，通过其面上星罗棋布的火山而来到表面的。火星表面充满着火山频繁活动的证据，这是现在已经充分肯定了的，这些火山在已往的岁月里为火星大气提供了大量的水和其他挥发性物质，这是无可怀疑的。

1971年发射成功的"水手9号"火星探测器，所看到火星表面景象是一片荒凉，毫无生气。它没有探测到表面上有液态水，但却发现了许多蜿蜒的河床。这些河床与所谓的火星"运

河”完全是两回事，也与地球上和月球上的熔岩河床不同。有充分的证据可证明，在火星历史的早期，频繁的火山活动等因素使得火星表面比较温暖的时候，液态水曾经在这些河床里流动，掀起阵阵波浪。也有人认为，那时火星绕轴自转的情况跟现在不一样，自转轴要比现在倾斜得多。这样，南北两极冠就有更多的机会融化成水，并蒸发成水蒸汽，水蒸汽后来又凝结成雨落在赤道地区，形成河流。至于极冠融化而产生的二氧化碳气体，则进入了大气。

从分布情况来看，河床也并不像假想的“运河”那样散布在整个火星面上，主要的大河床是在常年温度最高的赤道地区发现的。最大的河床长达1500公里，宽60公里甚至上百公里。大河床与众多分支流结合在一起，形成脉络分明、自然流畅的水道系统，而那些分支流几乎无例外地朝着大河床的下流方向流去。

有的大河床看来是由水的冲刷作用形成的。在火山活动而喷发出数量可观的水和二氧化碳等的同时，如果相应地区的地热把地下冰融化了，就会形成一股或者多股有相当威力的水流。在它们的冲刷下，火星表面会很自然地形成大小河床。

河床的形成原因可能有多种多样，但是，河床里流动着大量的水，基本都一样。我们要问，经过几十亿年的演变，现在火星面上竟然是涓涓小溪未见一股，潺潺水声未闻一声，它的浩淼大水、万顷碧波究竟到哪里去了呢？

前面曾提到过，火星大气、极冠和地下都保存着部分水。但是，尤其是大气和极冠，所保存的水量是极其有限的。

在火星表面火山活动减少之后的那段时期里，火山喷发出来的气体减少，并在太阳光的作用下逐渐分解。其中比较轻的元素就会成批地脱离火星大气，逃逸到空间去；而那些比较重的元素，则与有关成分结合。火星大气变得越来越稀薄、干燥、寒冷，留在地面上的水也就很快变成水蒸汽逃逸掉。这可能是火星水的一种去向。

其余没有逃到空间去而剩下来的那部分水，有的可能藏在火星表面长而深的裂痕中。火星大部分地区都散布着不少环形山，不论环形山的形成是由于火山喷发还是陨星袭击，都会在火星表面一定的深度范围内，造成若干空隙和裂痕，由此产生像地道网那样的多孔表层。真是这样的话，这无异是个地下大水库。

在赤道及其附近地区，由于温度有时较高，水冰有可能变成液态水，以河流、湖等形式存在于好几公里深的地下。在含盐量较多的地区，或者在有足够量放射性元素的地区，也可能出现这种情况。

由于长期的风吹日晒等作用，火星表面和组成火星壳层的各种岩石，都会受到破坏而发生所谓的风化作用，呈现出颗粒状结构，风化层的厚度达到1公里并不罕见。风化层是储水的好地方，而且在所有的纬度上都可以发现这样的风化层，都储存大量的水。

我们地球的大气中含有一种叫“氩”的化学元素，这是一种稀有的气体元素，在大气中的含量极少，不到1%。氩几乎全都是从地球内部来的，据认为，它跟二氧化碳和水的释放量有一定的关系。现在知道，从地球内部释放出来的二氧化碳和水，分别是氩的2000倍和40000倍。1973年8月发射，半年之后到达火星区域的前苏联“火星6号”探测器，在进入火星大气层时，测得大气中氩的含量高达30%，如果所得到的数据是准确无误的话，那么从火星内部释放出来的二氧化碳和水蒸汽的数量，必定是非常之大。即使是有相当数量的水在过去的漫长岁月

里散失到空间去了，火星的风化层中和表面下的地层中，有可能目前仍含着比一般估计的数量多得多的水。

火星小资料

火星的极冠

在天文望远镜中，天文学家还发现火星的两极呈白色，气温都在冰点以下。这些冰域称为极冠。过去科学家认为，极冠是由水结成的冰组成的，近来科学家确认，极冠不是由冰，而是由二氧化碳凝固成的干冰组成的。它的范围随季节有亮区和暗区的变化。火星极区一到冬季，由于气温下降，大气中的二氧化碳开始凝结，使得极冠加大，颜色逐渐变淡，北极可扩大到北纬65°，南极可扩大至南纬57°。一到夏季冰雪融化，极冠的范围也就缩小了，暗区就逐渐扩大和变暗。两极的极冠分别延伸到北纬80°和南纬84°。

火星的亮暗区域引起了天文学家们的争论，争论的焦点便是火星上究竟有没有“火星人”和“运河”是否存在。

火星大冲

火星位于地球轨道之外，它绕日运动的轨道比地球绕日运动的轨道大，因此，火星绕太阳运行一周等于地球的2年。这样每隔2年多地球和火星就要接近一次。如果地球刚好在太阳和火星的中间，也就是火星与太阳的黄经度相差180°时就叫“冲”。火星冲日每隔2年多发生一次。如果火星在过近日点附近时恰好为冲的时候，它将最接近地球，这时称之为“大冲”。火星大冲平均每隔15年或17年才发生一次，而且总是在7月和9月之间。

火星冲日是观测火星的有利时机。这时的天文观测有许多新发现，最著名的发现当推火星的两个卫星。1877年8月火星大冲，美国天文学家霍耳使用当时口径最大的66厘米折射望远镜，观测到火星的两个“小月亮”。上次火星大冲的时间为1986年7月10日。下次的时间为2003年8月27日，视直径为25.1″，位于宝瓶座，愿朋友们能在火星大冲时欣赏到火星表面那迷人的色彩变化。

火星运河

早在1877年，意大利天文学家夏帕雷利用

天文望远镜观测火星时，发现火星上密布着黑色线条，定名为火星上的河渠。然后又根据长期观测结果，绘制成火星图。谁能料到翻译者的一时疏忽，将意大利语“河渠”误译成英语的“运河”，以致“火星运河”一直被沿用至今。

火星上那些“有规则”的“运河网”，实际上并不存在。近年的火星考察发现，火星表面存在着大量长短参差不齐的干涸“河床”，这些奇特的“河床”纵横交错，达几千条之多，形成一个分布广泛的“河网”，其中最长的达 1500 公里，最宽的达 60 公里。

根据着陆火星表面的“海盗”号探测器发回的探测资料表明，这些宽阔的“河床”内，只有乱石和沙洲，连一滴水也未曾找到。但河床的结构不能排除它们是火星上古江河留下的痕迹，水分早已被蒸发或者流入乱石和沙洲之下的可能性。

“河渠”被误译成“运河”后，一词之差竟引起了一场科学史上近百年的大误会。开凿运河者必定是高级智慧动物、能开挖如此庞大的火星运河的“火星人”，自然地成为地球人关注的焦点。一时间天文学家纷纷把天文望远镜对准火星，渴望观测到火星运河和开凿运河的“火

星人”。美国天文学家洛威尔甚至变卖了自己的家产，在远离市区的沙漠高地上建立私人天文台，连续观测火星10多年，声称看到了500多条火星运河，并绘制出火星河网图。20世纪40年代，前苏联学者季霍夫还在大学中开设“天体植物学”课程。甚至在1958年，前苏联一位教授作出了惊人之语：火星的两颗卫星是“火星人”在史前时期为保存他们的文明而发射的“太空博物馆”。

随着空间探测技术的发展，有关“火星运河”和“火星人”的争论自然结束了。在火星表面工作了6年之久的“海盗”号探测器，发回了大量的实地勘察资料，经过分析研究，基本上否定了火星生命的可能性。

两个卫士

环绕火星运转的有两颗卫星，即火卫一和火卫二。这两颗卫星于1877年火星大冲时，由美国天文学家A·霍尔发现。火卫被发现后，一直受到天文学家们的关注。

“水手9号”就近观测了火星的这两个小月亮，拍摄了它们的特写镜头。原来它们是两块表面坑坑洼洼的大石头，很像两个病马铃薯，属于不规则卫星。它们几乎都在火星的赤道平面上

运行。两者的轨道半长径分别为 9380 和 23500 公里，相当于火星半径的 2.8 和 6.9 倍，说明它们的轨道接近火星。这两颗卫星环绕火星的公转周期与它们的自转周期同步。与月球始终以一面朝向地球的情况一样。火卫一的大小是：长 28 公里，宽 23 公里，高 20 公里；火卫二是：长 16 公里，宽 12 公里，高 10 公里。由于火卫一环绕火星的公转周期比火星的自转周期短，因此造成一种奇特的现象：从火星表面看来，火卫一每天西升、东落两次。“海盗号”探测器发现两个火卫上均有许多被撞击的陨石坑，甚至在一些老的陨石坑上还叠加有新的陨石坑。最大的陨石坑是火卫一上的斯蒂尼陨石坑，其直径约 8 公里。

关于火星卫星的起源，有两种学说，一种是俘获说；另一种是吸积说。

这两颗火星卫星是地——月系之外最容易被人登陆的地方。不久的将来，人类的足迹将踏上两颗火星卫星的表面。

火星大尘暴

用天文望远镜观测火星时，有时能看到像黄色云那样的东西，云的形状和大小是变化的，

而且往往是由大气低层向高层，由局部向更广阔的区域发展开去，甚至发展到半个乃至整个火星表面，使火星变得昏暗和面目模糊，朦胧一片，什么也看不清楚。这就是所谓的火星大尘暴。

地球上某些地区有时也发生尘暴，飞沙走石，遮天蔽日，只是地球上最大的尘暴也远比不上火星的尘暴。据估计，一次火星大尘暴扬起的尘埃总量可以大到100亿吨以上。

火星大尘暴的时间之长，也远非地球上的尘暴所能相比。1971年8月，是10多年来观测火星的一次最好机会，那年5月底，以探测火星为主要任务的“水手9号”探测器发射成功，开始奔向探测目标。当时，远在好几千万公里之外的火星的气象条件是相当不错的。7月份，探测器才上路一个多月，只走了约1/3的路程，地面观测发现火星面上出现了黄云，表明那里开始刮起了大风，是即将出现大尘暴的迹象，表面变得一天比一天更加昏暗和模糊。11月，“水手9号”到达火星附近时，大尘暴已经发展成为全球性的，从火星表面直到七八十公里的高空，统统被尘埃笼罩着。火星表面风尘滚滚，什么也看不清楚，更不要说观测细节了。

那时，火星上的风速特别大，大致为每秒180米以上。在地球上，一般把风力极大的台风定为12级，它的风速在每秒35米左右，即使是18级特大台风，风速也只有每秒60多米，与火星上的风速相比，真是天壤之别。

"水手9号"探测器只得在环绕火星飞行的同时，耐心地等待着，一直等了两三个月，这场大尘暴才慢慢平息下来，火星大气重新恢复宁静，表面也变得清晰可见。1971年的这场尘暴是迄今所观测到的最大尘暴，也是在其他行星上从未见过的。

火星大气非常稀薄，密度还不到地球大气的1%。在这种情况下想要形成一定的风力，而使尘粒移动和上升，风速至少也得有每秒四五十米。

谁能做到这一点呢？

一些人认为是这样的：由于火星上空气稀薄，又很干燥，昼夜的温度差本来就不小。火星绕太阳的公转周期是687天，每隔这么一段时间，火星运行到轨道近日点时，太阳对它的加热作用达到最大，比在远日点时大一半左右。其结果是空气得到更多的热量，温差变化更大，空气

更不稳定，热空气上升导致扬起尘埃的开始。而一旦升在空中，它们就会吸收更多的热量，变得更热，更急剧上升。别处的空气也就以更快的速度跑来补充，形成强劲的地面风。地面风把更多的和更大的尘粒吹起来，形成更大的尘暴。尘暴就这样由小变大，向四面八方蔓延开去，形成罕见的大尘暴。

当尘暴把整个火星都笼罩起来后，由于尘粒的阻挡，太阳对低层大气和火星表面的加热作用显著减小，表面附近的温差减小，风必然减弱，尘暴也就开始衰退。风逐渐减小乃至完全平息下来，飘浮在空中的各种不同大小的尘粒，也就逐渐沉降到表面上来。由于大量尘粒的迁移，局部地形会有所改变，但一次尘暴就这样的烟消云散地过去了。

在火星极冠边缘和亚热带高地等处，风比较强的一些地方，区域性的尘暴时有发生。在每个火星年当中，这样的区域性尘暴有可能达到百次左右，一般都要好几个星期才平息。这真可以看作是火星上的一大特征和奇观。

从区域性尘暴发展成为全球性大尘暴，每个火星年中有一二次。使人感兴趣和纳闷的是，尘暴的发源地多数都是在火星的南半球，而特

大尘暴的发源地似乎更是局限在几个特定的地区，像海腊斯盆地以西几百公里的诺阿奇斯地区。有人解释为火星北半球地势比较高，南半球就自然成为一个高度逐渐降低的斜面，由于南、北两半球之间存在的温度差，每当北半球高纬度地区形成了一股强风，它就会沿着斜面向南半球劲吹，尘埃就随着强风滚滚而来，风越刮越大，尘埃也越来越多，终于在南半球形成可以席卷全球的大尘暴奇观。

上述解释大体上讲了大尘暴是什么样的，但没有完全讲清楚为什么是这样的，因此不是令人十分满意的。

按说，火星大气的密度那么稀薄，对扬起尘暴、特别是大尘暴，是个不利因素，每秒数十米到上百米的大风怎么会那么容易刮起来呢？不仅风速之大，而且时间之长，都达到了我们几乎无法理解的程度。这究竟是怎么回事呢？

再说，那些与特大尘暴有关的特定区域，究竟是些什么样的地区呢？是由于地形特殊，还是由于其他什么原因，而成为多数尘暴的发源地呢？真正的、具体的原因是什么？

另外，如果说火星运行到轨道近日点时会

发生大尘暴，那么，并非每个火星年的同一时候，都发生全球性的大尘暴，而所发生的大尘暴，其发展速度和规模等也不尽相同。可见，尘暴发源地所提供的条件一定是受到了某些因素的影响，这是些什么因素呢？

这些，都需要根据已经掌握的资料，作进一步的分析和论证，科学家期望着今后发射的新的火星探测器和着陆器，能够提供更加能说明问题的数据和证据。人类登上火星，进而在那里建立基地，并不是可望而不可及的事情了。21世纪的某个时候，人类的足迹真的踏上了火星，大尘暴的种种谜团最终会得到揭穿，我们期待着这一天的早日到来。

“火星生命”再起波澜

1996年8月6日美国国家宇航局（NASA）宣布了一则消息：对一个名为ALH84001的陨石进行的研究表明，在火星上可能有生命的痕迹，这在全世界引起了很大的反响。科学界有两种不同的观点，对此争论不休。

在1996年中获得的这一研究成果在宣传界引起了轩然大波。科学界争论的双方唯一的共识是：需要更多的论据以支持各自的观点。十

分幸运的是，NASA 已开始着手安排火星的探测工作，在 2005 年前要发射一系列的火星探测器，以便从火星上取回样品。这些探测器代表着今后 10 年开发火星的最高水平。这项计划从 1996 年发射“火星全球勘测者”和“火星探路者”两个探测器开始，大约每隔 26 个月发射另外一个探测器。“火星全球勘测器者”的基本任务是取回本应由 1993 年发射的“火星观察者”带回的数据。“火星探路者”基本上是作一个工程实验飞行器，演示在低成本的登火星探测器上采用的技术。

1998 年将发射“火星勘测器 98 环轨飞行器”，到那时 NASA 将从“火星观察者”发射失利的阴影中走出来，开创一个新的探索火星的局面。

在“火星勘测器 98 环轨飞行器”上装载的主要仪器是“压力调节红外辐射器”，“火星观察者”曾携带过这种仪器。这种仪器将把信号发向火星的地平面，从而形成一个火星大气层的横截面，可供测量火星水蒸汽的含量、灰尘质量和温度分布。这样提供出来的证据，可使人们更好地理解水在火星极冠和火星大气中是怎样循环的。该“轨道飞行器”上还装有先进的微型照像

机，它既有可拍摄分辨率为1千～7千米火星天气图的广角镜头，又有最好的分辨率为40米的中角镜头，可供研究天气的变化及火星表面风的影响，照像机重1千克。“火星观察者”也曾携带一个照像机，但要笨重得多，重量为上述照像机的20多倍。“火星环轨飞行器”的重量只有450千克，大约是“火星全球勘测者”的一半，而后者又是“火星观察者”的一半。1998年12月将利用梅德—莱特火箭发射“轨道飞行器”，它将于1999年9月到达火星外层空间，在距火星350千米的极轨道上运行。

正像“火星勘测器98环轨飞行器”是在“火星全球勘测者”所取得的成绩上制成的一样，“火星勘测器98登陆者”将在“火星探路者”的基础上进行研制。

250千克的“登陆者”将是第一个直接访问一个火星极地的探测器，它将降落在火星的南极地区，这是一个清洁的冰层和充满灰尘的冰层不断交换的地区。像“98环轨飞行器”一样，“登陆者”也将携带重量很轻的照像机，下视图像器将提供一系列的图像，它从降落伞投放开始工作直到接触火星地面，这些广角的视图将给出范围广阔的火星表面的图像。由“98环轨

飞行器”摄取远距离的图象，而由“登陆者”摄取的则是很近的图像，处在中间状态的图像也可由“登陆者”摄取。在登陆时采用空气壳或降落伞可以有效地减速。返回火箭推进器可以使“登陆者”用主动的方式接近火星的地面。“登陆者”的中心是一个被称为“气候探测器”的科学仪器集成部件，该部件由美国加州大学研制而成。它重 17 千克，包括一个 2 米长的机器人手臂和用以收集火星表面土壤中冰和固态二氧化碳，它还将装备有气象仪器和用以拍摄火星地面图片的立体摄像器。上述机械臂将搜寻火星表面，将样品送到热脱气分析仪以备以后的试验。“98 登陆者”还将携带激光测距仪（Lidar），该仪器由俄罗斯空间研究所（IKI）研制。该仪器重 1 千克，向火星大气中发射光脉冲，测量反射回来光通量，从而提供数据以说明空气中悬浮的灰尘微粒的浓度。在科学仪器部件周围是一对实验用穿透探头，它是 NASA 专门立项开发研制的，以期产生新的有突破性的技术成果。在进入火星“大气层”之前，探头将从“火星登陆者”上分离开来，落到火星表面上，这些探头进入地下几米深，去寻找地下水。微小的探头重量只有 2.5 千克，直径只有 75 毫米。像“环轨

飞行器”一样，“98 登陆者”将被梅德—莱特火箭发射。上述两种探测器都是由洛克希德·马丁公司制造的，耗资 9000 万美元。而研制一个“火星全球勘测者”则用去了 1 亿 6 千万美元。

除了 1998 年发射的“环轨飞行器”及 1999 年发射的“登陆者”之外，NASA 还计划在 2001 年及 2003 年发射另外两个火星探测器，但目前仍有些问题尚待解决。利用 2001 年的发射机会，NASA 准备与俄国合作实施“火星合作计划”。其有关事项已于 1996 年 10 月在北京召开的国际星际航行联合会（IAF）代表大会上做了讨论。然而，从前美、俄的合作很浮浅，仅仅是互相交换一两件仪器罢了。但“火星合作计划”项目却是一个实在的合作。这个探测器将包含俄国的火星漫游器，以及下面的小密封舱。6 个轮子的漫游器是俄国为自己的 96/98 火星工程设计的。当漫游器最终出现在火星上时，其运动是由分离开来的美国“环轨飞行器”来控制的。美国的“环轨飞行器”可能携带 γ 射线分光仪。科学家对这些仪器有很高的热情，因为利用它们可以在火星地面上找到水。这是一个关键的课题。

除了“火星合作计划”外，俄罗斯还提出了

一个更小的探头的提案。这个探头可以探测火星的卫星火卫1和火卫2。俄罗斯的探头可以搭载在美国的火星探测器上。

目前NASA预计和欧洲航天局在2003年的发射窗口发射探测器，名为“因特马斯奈特”(intermasnet)。2001年和2003年的发射还有很多待解决的问题。但是在1996年12月克林顿总统召集的国际宇航研讨会上已经勾画出了较为清晰的轮廓。

在2005年发射窗口来临之前，美国将研制出可靠性高，成本低的机械手火星探测器，它由轨道器、登陆器和漫游器组成，以便从火星表面上取回土壤和岩石的样品。继70年代“海盗”探测器后，NASA长期致力于这个目标。由于采用了更低成本的新技术，探测器的价格大幅度下降了。采集样品的探测器持单程票飞往火星，一旦到达火星，再产生返回地球的动力。NASA的工程师们称其为“因西塔”(In—situ)能源设备(ISRU)。由于去火星的旅程不需要负担返回地球的燃料，因而在与地球分离点上，探测器将减少30%的重量。由于探测器被制作得很紧凑，可用价格低廉的火箭来发射。登陆器将在火星上停留19个多月，在此期间漫游器将在火星上

漫步两到三个月，在离探测器几百米方圆的范围内收集用以返回地球的样品。在夜间能源设备将吸收二氧化碳，化学反应器将把它们转化为液氧，这些氧化剂以适当方式与存放在登陆器推进剂燃料箱内的燃料相混合，在离开火星地面前提供上升阶段的动力。

飞行结束后，不超过1.5千克～2.5千克的样品将被带回地球。经过严格挑选的样品可以极大地丰富我们对火星化学成份的认识。火星的地质进化可能回答ALH84001陨石提出的问题。该陨石在宇宙间遨游1600万年，在进入大气层之时经受烫焦的高温，然后又在南极的冰水中冻了很多年。这些火星样品与陨石不同，从火星表面被采集来，原封不动地保存，因而可以提供可靠得多的信息。



木星

在太阳系中最惹人注目的行星是木星。它素以（体积和质量）巨大而成为九星之王。它是天空中亮度仅次于金星的一颗亮星，通常比火星、天狼星还亮。我国古代称它为“岁星”。西方用古代神话中的大神之名称呼它，意思是主宰天上诸神的“宙斯”。

液态行星

木星的内部结构与众行星不同，它没有固体外壳，在浓密的大气之下是液态氢组成的海洋。

用天文望远镜观察木星，突出的特性是它那扁球形的外貌。其赤道半径与极半径相差近5000公里。木星

的赤道半径为 71400 公里，为地球的 11. 2 倍。体积为地球的 1316 倍。质量为 1. 9×10^{30}克，为地球质量的 317. 90 倍，比太阳系所有的行星、卫星、小行星等大小天体加在一起还重 1. 5 倍。木星的平均密度是 1. 33 克/厘米^3，比水稍大。这说明，木星的大部分物质处于气体状态。木星两极的表面重力加速度为 23. 22 米/秒^2，赤道上为 27. 07 米/秒^2。在木星表面上，物体要有 61 公里/秒的速度才能脱离木星。所以木星能束缚住大量气体而不让它们跑掉。

木星和其他行星一样，也围绕太阳在椭圆轨道运动，轨道半长径约为 5. 2 天文距离单位（即与太阳平均距离约为7. 78亿公里），绕太阳公转一圈为 11. 86 年，木星虽然在太阳系中体积最大，但却是太阳系中自转最快的行星，赤道部分自转一周为 9 小时 50 分 30 秒。由于自转速度快，使得它的形状很扁，大气条纹沿赤道伸展。

木星有稠密的大气，主要成分为氢和氦，还有甲烷、氨、碳、氧及少量的铁和硫。通过天文望远镜，我们看到木星有一些明暗交替的带纹平行于木星的赤道。这些带纹是木星快速自转而产生的大气环流。它们有上千公里厚，因而使

我们看不见木星的表面。带纹中有时出现寿命长短不一的亮斑或暗斑。在木星赤道以南，有一个大红斑，它于1665年被法国天文学家卡西尼发现，至今已存在300多年了。大红斑呈蛋形，宽14000公里，长30000公里。其宽度似乎不变，长度却由发现之初的30000公里逐渐延伸为40000公里，现又缩到二万多公里。大红斑不但大小有变化，而且颜色也有变化，它有时浓艳，有时暗淡。大红斑是一个含有红磷化合物的大气漩涡，朝逆时针方向旋转，温度似乎比周围的木星大气低些。

对木星的辐射探测使我们得知，虽然木星不发光，但它发射的总辐射却是所受太阳辐射的2.5倍。这说明木星除了反射太阳的光和热之外，还具有内能源，其核心处于高温高压状态，但还不足以产生热核反应。科学家认为，木星过剩的能量是木星形成之初，从原始星云中聚集的热能。

为了探测太阳系外围空间的物理情况，迄今为止，共发射了4艘宇宙飞船，即“先驱者”10号、11号，“旅行者”1号和2号。它们都肩负着美国宇航局的重大科学考察项目。“先驱者10号”于1972年3月2日上午，一路上考察了

行星际物质；1973年12月3日与木星会合，在离木星13万公里处飞掠而过，探测到木星规模宏大的磁层，研究了木星大气，送回300多幅木星云层和木星卫星的彩色电视图像。“先驱者11号”飞船于1973年4月6日发射，1974年12月5日到达木星。它离木星表面最近时只有4.6万公里，比“先驱者10号”近两倍。送回有关木星磁场、辐射带、重力、温度、大气结构以及4个大卫星的情况，并按地面指令调整航向，飞越在地面因视角不合适而难于观测的木星南极地带。“先驱者11号”在完成任务后，向着土星飞去。1977年8月20日和9月5日，美国又相继发射了“旅行者1号”和“旅行者2号”飞船。这两艘飞船在仪器设备方面比“先驱者”10号和11号先进。“旅行者1号”于1979年3月飞临木星，在3天之内探测了木星和4个伽利略卫星，以及木卫五，拍摄了数以千计的彩色照片，并进行了一系列科学考察。“旅行者2号”于1979年7月飞临木星，对木星进行了考察。两艘飞船在离开木星后，还要继续探测土星、天王星和海王星，然后飞出太阳系，到茫茫的宇宙中去寻找知音。

宇宙飞船发回的考察结果表明，木星有较

强的磁场，表面磁场强度达 3～14 高斯，比地球表面磁场强得多（地球表面磁场强度只有 0.3～0.8 高斯）。木星磁场和地球的一样，是偶极的，磁轴和自转轴之间有 10°8′的倾角。木星的正磁极指的不是北极，而是南极，这与地球的情况正好相反。由于木星磁场与太阳风的相互作用，形成了木星磁层。木星磁层的范围大而且结构复杂，在距离木星 140 万～700 万公里之间的巨大空间都是木星的磁层；而地球的磁层只在距地心7～8公里的范围内。木星的四个大卫星都被木星的磁层所屏蔽，使之免遭太阳风的袭击。地球周围有条称为范艾伦带的辐射带，木星周围也有这样的辐射带。“旅行者 1 号”还发现木星背向太阳的一面有 3 万公里长的北极光。1981 年初，当“旅行者 2 号”早已离开木星磁层飞奔土星的途中，曾再次受到木星磁场的影响。由此看来，木星磁尾至少拖长到 6000 万公里，已达到土星的轨道上。

过去有人猜测，在木星附近有一个尘埃层或环，但一直未能证实。1979 年 3 月，“旅行者 1 号”考察木星时，拍摄到木星环的照片，不久，“旅行者 2 号”又获得了木星环的更多情况，终于证实木星也有光环。木星光环的形状像个薄

圆盘，其厚度约为30公里，宽度约为6500公里，离木星12.8万公里。光环分为内环和外环，外环较亮，内环较暗，几乎与木星大气层相接。光环的光谱型为G型，光环也环绕着木星公转，7小时转一圈。木星光环是由许多黑色碎石块构成的，石块直径在数十米到数百米之间。由于黑石块不反射太阳光，因而长期以来一直未被我们发现。

木星有一层厚而浓密的大气层，大气的主要成分是氢，占80%以上，其次是氦，约占18%，其余还有甲烷、氨、碳、氧和水汽等，总含量不足1%。由于木星有较强的内部能源，致使其赤道与两极温差不大，不超过3℃，因此木星上南北风很小，主要是东西风，最大风速达130～150米/秒。木星大气中充满了稠密活跃的云系。各种颜色的云层像波浪一样在激烈翻腾着。在木星大气中还观测到有闪电和雷暴。由于木星的快速自转，因此能在它的大气中观测到与赤道平行的、明暗交替的带纹，其中的亮带是向上运动的区域，暗纹则是较低和较暗的云。

木星的大红斑位于南纬23°处，东西长4万公里，南北宽1.3万公里。探测器发现，大红斑是一团激烈上升的气流，呈深褐色。这个彩色

的气旋以逆时针方向转动。在大红斑中心部分有个小颗粒，是大红斑的核，其大小约几百公里。这个核在周围的反时针漩涡运动中维持不动。大红斑的寿命很长，可维持几百年或更长久。

由于木星离太阳平均距离为7.78亿公里，因此木星的表面温度比地球表面温度低得多。从木星接受太阳辐射计算，其表面有效温度值为－168℃，而地球观测值为－139℃，"先驱者11号"宇宙飞船的探测值为－150℃，均比理论值高，这也说明木星有内部热源。

"先驱者11号"探测器对木星考察的结果表明，木星没有固体表面，是一个流体行星。主要是氢和氦。木星的内部分为木星核和木星幔两层，木星核位于木星中心，主要由铁和硅构成，是固体核，温度达3万K。木星幔位于木星核外，以氢为主要元素组成的厚层，其厚度约为7万公里。木幔外就是木星大气，再向外延伸1000公里，就到云顶。

大红斑

木星表面的大多数特征变化倏忽，但也有些标记具有持久和半持久的特征，其中最显著

最持久，也是人们最熟悉的特征要算大红斑了。

大红斑是位于赤道南侧、长达2万多公里、宽约1.1万公里的一个红色卵形区域。从17世纪中叶，人们就开始对它进行时断时续的观测，1879年以后，开始对它进行连连续的记录，并发现它在1879～1882年，1893～1894年，1903～1907年，1911～1914年，1919～1920年，1926～1927年，特别是在1936～1937年，1961～1968年，以及1973～1974年这些年代中，变得显眼和色彩艳丽。在其他时间，显得暗淡，只略微带红，有时只有红斑的轮廓。

大红斑是个什么结构？为什么是红色的？如何能持续这么长的时间？要了解这些问题，仅凭地面观测实在是无能为力的。

1957年，第一颗人造卫星的发射，为人类进一步了解繁花似锦的宇宙竖起了一架天梯，开创了空间天文学的研究领域，使“九天揽月”的梦幻变成了事实。

1973年12月3日，美国宇航局发射的第一个木星探测器“先驱者10号”到达木星，一年之后，它的姊妹飞船“先驱者11号”于1974年12月2日飞掠这个巨行星。这两个探测器取得了探测外太阳系天体的非同一般的成就。它们

传送回来的彩色图像，第一次向我们展示了木星云层系统的复杂性，揭示了大红斑中的气体运动，在木星的全球性云系的细微结构方面，给人一种引人入胜的新概念。

在“先驱者”之后，美国宇航局又在1977年8月20日和9月5日先后发射了“旅行号2号”和“旅行者1号”。由于两个探测器飞经的轨道不同，“旅行者1号”于1979年3月5日先到达木星，“旅行者2号”于同年7月9日相继到达。它们拍摄了成千幅奇妙而美丽的图片，积累了大量的木星大气结构和动力学的资料。

按照科学家雷蒙·哈依德的理论，大红斑是位于其下面的某种像山一类的永久特征所造成的大气扰动。但是“先驱者”发现木星表面是流体，完全排除了木星外层具有固态结构表面的可能性，上述理论也就是自然被扬弃了。

“旅行者1号”发回的照片使人清晰地看到，大红斑宛如一个以逆时针方向旋转的巨大漩涡，其浩翰宽阔足以容纳好几个地球。从照片上还可以分辨出一些环状结构。仔细研究后，科学家们认为，在木星的表面覆盖着厚厚的云层，大红斑是耸立于高空、嵌在云层中的强大旋风，

或是一团激烈上升的气流所形成的。

在木星上，类似大红斑的特征还有一些。譬如，在大红斑的偏南处，有3个白色卵形结构，它们首次出现于1938年。另外，1972年，地面观测发现木星的北半球上出现一个小红斑，18个月以后“先驱者10号”到达木星时，发现其形状和大小几乎同大红斑相似。再过一年，“先驱者11号”经过木星时，这个红斑竟踪迹皆无，看来这个红斑只存在了两年左右。

木星上的斑状结构一般持续几个月或几年，它们的共同特点是在北半球作顺时针方向旋转，在南半球作逆时针旋转。气流从中心缓慢地涌出，然后在边缘沉降，遂形成椭圆形状。它们相当于地球上的风暴，不过规模要大得多，持续时间也长得多。

木星云的绚丽多彩，证明木星大气有着十分活跃的化学反应。在探测器拍摄的照片上，可以看到木星大气明暗交错的云带图形。从南极区到北极区依稀可辨17个云区或云带。它们的颜色、亮度均不相同，也许是氨晶体所组成；褐色云带的云层要深些，温度稍高，因而大气向下流动；蓝色部分则显然是顶端云层中的宽洞，通

过这些空隙，方可看到晴朗的天空。蓝云的温度最高，红云的温度最低。据判断，大红斑是一个很冷的结构。令人不解的是，如果按平衡状态而言，所有的云彩都应该是白色的，只有当化学平衡被破坏后，才会出现不同的颜色。那么，是什么破坏了化学平衡呢？科学家们推测，可能是荷电粒子、高能光子、闪电，或是沿垂直方向穿过不同温度区域的快速物质运动。

另外，木星云的颜色还涉及到木星大气中的化学成分。从光谱分析证认出木星大气中含有5种物质：氢、氦、氨、甲烷和水，此外还推测有氢的硫化物存在。这些都是无色的。云带出现颜色，必定有其他着色物质，如硫化铵、硫化氢铵以及各种有机化合物和复杂的无机聚合物。“旅行者1号”曾在木星云层上面发现过闪电，这表明，那里可能存在着相当复杂的碳氢化合物分子。此外，在木星的背阳面，还发现了30000公里长的极光，证明木星大气受到很多高能粒子的袭击。

科学家认为，染色是一个微妙的过程，它包含偏离平衡状态的信息和化学成分的示踪。据推测，云的颜色与高度的相关性，可以反映形成化学反应的过程。例如，较高的区域接收到更多

的日光照射和更多的荷电粒子流。某些区域会有更多的闪电，另一些区域则是垂直方向运动特别强烈的地带，等等。

大红斑的橙红色一直使人困惑不解。有人认为是大红斑中上升气流形成的云中放电现象。为此，美国马里兰大学的一位名叫波南贝罗麦的博士做了一个有趣的实验。他在一只长颈瓶中放上木星大气中存在的一些气体，如甲烷、氨、氢等，对这些气体施加电火花作用，结果发现原先无色的气体变成云状物，一种淡红色的物质沉淀在瓶壁上。这个实验为人们解开大红斑颜色之谜似乎提供了某种有益的启示。相当一部分天文学家认为，磷化物可以说明大红斑的颜色。

自从卡西尼发现大红斑以来，到今天已有300多年了，它为什么能持续如此长的时间呢？有人认为木星的大气又密又厚是大红斑长寿的主要原因，但这只是一种猜测。

大红斑和木星上其他卵形结构的长寿，主要包含两个问题：一个是这些斑状结构必须是稳定的，不然它们只能存在几天；另一个就是能源问题，一个稳定涡流如果没有能源维持，很快

就会下沉。

关于能源，天文学家提出了一系列模型。“旋风”模型推论说，像大红斑这种卵形结构是巨形对流槽，它们从下面的凝聚气体中提取能量。“切变不稳定性”模型认为，它们从处于其中的区域性股流内抽取能量。还有一种模型，假设它们从较小的、由浮力驱动的涡流中获取能量。再有，就是设想大型卵形结构通过吸收小型涡流来得到能量。此外，还有孤立波理论，等等，但争议都很大。要想形成正确的理论模型，看来还要对“旅行者”的资料作进一步的分析、研究，并最好能对木星大气再作一次深入的实地考察。

伽利略是世界第一架天文望远镜的发明者和4颗木星卫星的发现者。1989年，美国宇航局发射了以他的名字命名的一个木星探测器，预定在1995年12月飞抵木星。据说，它是迄今发射的最复杂、最先进的行星探测器。

科学家赋予“伽利略”探测器三项使命：(1)探测木星大气层，包括化学组成、同位素比例、木星大气层垂直结构的轮廓图；木星大气层温度、压力轮廓图；木星云层的位置和结构；大

气辐射能的平衡；木星闪电的出现频率及其特征等资料。(2)木星的卫星情况，提供木星系形成与演化的研究资料。(3)了解木星磁层结构的特征。

为了完成这些科学考察任务，“伽利略”探测器由木星轨道器和木星大气层探测器两部分组成。后者是为深入木星大气层考察而设置的，它将在到达木星之前5小时与轨道器分开，然后在木星的巨大引力作用下，出入木星赤道附近的大气层进行探测，考察一些表征大气性质的要素，如大气层的温度、压力、大气结构等。它还将通过大气中氨冰云、氢硫铵云和水冰云，进入大气深处探测。限于观测条件，它只能工作一个小时，取得资料后发给绕木星运行的轨道器，然后由轨道器转发回地球。

在子探测器考察木星大气的同时，轨道器对木星本体磁层和4颗伽利略卫星进行测量。

“伽利略”探测器不负众望，圆满完成各项考察任务，为揭示木星大大小小的谜提供第一手资料，为提高和深化人们对木星大红斑、大气、木星本体，乃至整个木星系的认识，作出历史性贡献。

候补的"太阳"

木星难道仅仅是行星吗？为什么不能把它看作是颗未来的恒星，看作是正在向恒星方向发展的天体呢？读者也许会惊讶：这样提问题是否太荒唐了？本世纪80年代初，前苏联科学家苏切科夫提出木星也许是颗正在发展中的恒星这种新见解之后，确实遭到了不少非议。但是，苏切科夫的意见也并非"空中楼阁"，毫无依据。他的主要观点是：木星内部在进行热核反应，它有自己的热核能源，应该归到"能自己发热、发光"的恒星类天体里去。

事情真是那样子吗？

木星离太阳比地球远得多，它接受到的太阳辐射也少得多，表面温度理所当然要低得多。根据计算得出的结果，木星表面温度应该是零下168摄氏度。可是，地面观测得出来的温度是零下139摄氏度，与计算值相差近30摄氏度，这无论如何不可能是由误差造成的。让探测器在木星附近进行测量，准确程度理应更高些。"先驱者11号"于1974年12月飞掠木星时，测得的木星表面温度为零下148摄氏度，仍比理论值高出不少，说明木星有自己的内部热源。

对木星进行红外线测量也反映出类似情况。如果木星内部没有热源，它吸收到的热量和支出的应该达到平衡，地球和水星等类的行星的情况正是这样。木星却不然，它是支大于入，约大1.5～2.0倍，这超支的能量从哪里来呢？很明显，只能由它自己内部的热源予以补贴。

木星是一颗以氢为主要成分的天体，这与我们的地球有很大的差异，而与太阳相似。木星与太阳这两个天体的大气，都包含约90%的氢和约10%的氦，以及很少量的其他气体。关于木星的内部结构，现在建立的模型认为它的表面并非固体状，整个行星处于流体状态。木星的中心部分大概是个固体核，主要由铁和硅组成，那里的温度至少可以有30000度。核的外面是两层氢，先是一层处于液态金属氢状态的氢，接着是一层处于液态分子氢状态的氢；这两层合称为木星幔。再往上，氢以气体状态成为大气的主要成分。

具有如此结构的天体，其中心能否发生热核反应而产生出所需的能量来呢？许多人认为是可疑的，甚至不可能的。况且木星的质量并没有达到太阳质量的0.07。

比起太阳来，木星确实有点“小巫见大巫”

称“霸”其他行星的木星，体积只有太阳的千分之一，质量只及太阳的1/1047，即约0.001个太阳质量，而中心温度也只有太阳的五百分之一。有人认为，这并不妨碍木星内部存在热源，因为它是在木星形成过程中产生并积累起来的。

前苏联学者苏切科夫等的意见是颇为新颖的，他认为木星内部正进行着热核反应，核心的温度高得惊人，至少有28万度，而且还将变得越来越热，释放更多的能量。释放的速度也将进一步加快。换句话说，木星在逐渐变热，最终会变成一颗名副其实的恒星。

我国学者刘金沂对行星亮度的研究，从一个侧面提供了证据。他发现在过去很长的一段历史时期里，水星、金星、火星和土星的亮度都有减小的趋势，唯独木星的亮度在增大。如果前述四行星的亮度减小与所谓的太阳正在收缩、亮度在减弱有关，那么，木星亮度增大的原因一定是在木星本身。刘金沂得出的结论是：在最近2000年中，木星的亮度每千年增大约0.003等。这无异对苏切科夫等的观点作了注释。

此外，太阳不仅每时每刻向外辐射出巨大

的能量，同时也以太阳风等形式持续不断地向外抛射各种物质微粒。它们在行星际空间前进时，木星自然会俘获其中相当一部分。这样的话，一方面木星的质量日积月累不断增加，逐渐接近和达到成为一个恒星所必需的最低条件；另一方面，在截获来自太阳的各种粒子时，木星当然也就获得了它们所携带的能量。换言之，太阳以自己的日渐衰弱来促使木星日渐壮大，最后达到两者几乎并驾齐驱的程度，使木星成为恒星。

这样的过程据说大致需要30亿年的时间。那时，现在的太阳系将成为以太阳和木星为两主体的双星系统；也有可能木星在其“成长”的过程中，把一些小天体俘获过来，建立以自己为中心天体的另一个“太阳系”，与仍以现在太阳为中心天体的太阳系，平起平坐。不管是哪种形式的变化，目前太阳系的全部天体，包括大小行星乃至彗星等，都将有较大幅度的变动。

这种大变迁会带来什么后果呢？特别是地球和地球上的人类该怎么办呢？一种观点认为，事物发生变化那是必然的，至于是否像前面提到的那样，木星变成恒星那样的天体，这只是一家之见，何况还有30亿年的漫长岁月呢！

像木星内部结构之类的问题，本来就是一个假说不少、争论颇多的领域，苏切科夫等人的观点只不过使得争论更加热烈而已。在目前的观测水平和理论水平不完善的情况下，像“木星是否正在向恒星方向演变”之类的重大自然科学之谜，不仅现在无法解答，即使是在可以预见到的将来，恐怕也未必能理出个头绪。它无疑将会在很长的一段历史时期里，一直成为科学家们孜孜不倦地探讨的课题。

木星的卫士

在宇宙飞船探测木星之前，人们知道木星有 13 颗卫星。科学家们从“旅行者 2 号”发回的照片上又发现了 3 颗，共有 16 颗木卫。按距离木星中心由近及远的次序为：木卫十六、木卫十四、木卫五、木卫十五、木卫一、木卫二、木卫三、木卫四、木卫十三、木卫六、木卫十，木卫七、木卫十二、木卫十一、木卫八和木卫九。它们都围绕着木星公转，离木星最远的木卫九与木星的距离比地球和月亮的距离远 60 倍，它绕木星公转一周需要 758 天。

木卫一、木卫二、木卫三、木卫四于 1610 年由伽利略发现，称为伽利略卫星。1892 年巴纳

德用望远镜发现了木卫五，其他卫星都是1904年以后用照相方法陆续发现的。“旅行者号”飞船于1979年发现了木卫十四，1980年又先后发现木卫十五和木卫十六。除四个伽利略卫星外，其余的卫星半径多是几公里到20公里的大石头。木卫三较大，其半径为2631公里。

木卫可分为三群：最靠近木星的一群——木卫十六、木卫十四、木卫五、木卫十五和四颗伽利略卫星等8颗，轨道偏心率都小于0.01，顺行，属于规则卫星；其余均属不规则卫星。离木星稍远的一群卫星——木卫十三、木卫六、木卫十及木卫七，偏心离为0.11～0.21，顺行。离木星最远的一群——木卫十二、木卫十一、木卫八及木卫九，偏心率0.17～0.38、逆行。

木星的四个伽利略卫星和木卫五的轨道几乎在木星的赤道面上。“旅行者1号”对这五颗卫星作了考察。

木卫五是天文学家巴纳德于1892年在木卫一的轨道内发现的，形状呈卵形。“旅行者1号”发现它为浅灰色，上有一个长约130公里、宽200～220公里的微红区域。木星光环正位于木卫五的轨道里。

木卫一是16颗卫星中最著名的一颗，离木

星很近，平均距离约42万千米。它的体积并不是很大，直径约3640千米，密度和大小有些类似月球，呈球状，整个表面光滑而干燥，有开阔的平原、起伏的山脉和长数千千米、宽百余千米的大峡谷，还有许多火山盆地。它的颜色特别的鲜红，比火星还红，可能是太阳系中最红的天体，上空由稀薄的二氧化硫大气及钠云所包围，并有很频繁的火山活动。旅行者1号探测器在木卫一的表面共发现了9座火山，火山的喷发高度为70～300千米，喷发速度平均每秒1000米，比地球火山爆发大。这些火山不断地喷出由二氧化硫组成的烟，降落在木卫一的表面。这些烟是木星磁层中许多粒子的主要来源，也就是木星磁层中辐射带最强的部分。木卫一是迄今在太阳系中所观测到的火山活动最为频繁和激烈的天体，这一发现给天文学家对太阳系天体的研究提供了新的启示。

木卫二是一颗体积比月球小，但密度和月球差不多，表面非常光滑，被大量的冰覆盖着，好像是一个冰与奶油巧克力混合而成的大球体。所以从望远镜中看是一颗显得非常明亮的天体。木卫二的另一特征是冰面上布满了许多纵横交错、密如蛛网的明暗条纹，很可能是冰层

的裂缝。在木卫二的表面覆盖一层50千米厚的海洋，海洋的上面又覆盖着一层约5千米厚的冰层，也许这就是木卫二的表面如此光滑，反照率又这么高的原因。

木卫三是木星最大的一颗卫星，它的体积比水星大，表面呈黄色，可分为盖满冰层的明亮区和冰上堆积着岩质灰尘的黑暗区，并有几处横向错开的断层、线状地形、互相平形的山脊与深沟。这些线状地形互相重叠，显示它们形成的年代不同。因此，天文学家推断，木卫三可能曾经发生过类似地球的板块活动。

木卫四的表面布满了密密麻麻的陨石坑，最明显的特征是一个像牛眼似的白色核心，外面被一层圆环包围着，类似同心圆盆地，直径达600～1500千米。木卫四除了坑洞以外再也找不到其他特殊的地形，因而推断它是太阳系中最古老的卫星表面，在很早以前就终止了内部活动。

每颗伽利略卫星都有自己的特点，它们的表面、颜色、地壳构造和我们熟悉的行星很不相同。通过对伽利略卫星的研究，我们对太阳系有了更新的认识。

1610年1月，大物理学家伽利略用望远镜首先观测到木星的4颗卫星，即木卫一、木卫二、木卫三、木卫四。后人统称它们为伽利略卫星。以后很长一段时间，人们没有再发现木星的卫星，直到1892年巴纳德才发现了木卫五。尔后又陆续发现木卫六、七……。1974年，发现了木卫十三。1979年，"旅行者"探测器遨游木星时，又发现了3颗木星卫星。这16颗卫星连同木星一起，组成了一个庞大的系统，称为木星系，不少人认为它是一个微型太阳系，对研究太阳系形成和演化的天文学家来说，它是一个令人心驰神往的世界。

木星的4颗伽利略卫星和木卫五的轨道几乎都在木星的赤道面上。1979年，探测器"旅行者1号"对这5颗卫星一一起进行了考察，其中对木卫一的考察尤其详细，并第一次发现了地球之外的火山爆发现象。

木卫一离木星很近，平均距离约42万公里，它的直径约3640公里，质量为89亿亿亿克。无论从大小、质量以及离行星的距离来看，木卫一都和地球的卫星——月亮比较相似。木卫一的视星等只有4.9等，而且又被木星的光辉所淹没，因此用肉眼是无法看到它的。

在发射“旅行者”之前，天文学家就觉得木卫一有些奇怪。首先是它的颜色，红得十分耀眼，比火星还红，可能是太阳系中最红的天体。其次，从它的红外线或雷达的反射特征上来看，在某些年份里，它似乎不断在在发生着某种变化。再有，就是不知什么原因，木卫一在运行轨道上遗落下一些硫、钠和钾的微粒。正因为如此，天文学家对木卫一的探测特别感到兴趣盎然。

当探测器接近木卫一时，发现它的表面五光十色，这种奇特景象在太阳系的其他星球上是绝无仅有的。木卫一与小行星区相邻，照理说，它应受到小行星区散落物的不断冲击而变得伤痕累累，斑迹重重，但从“旅行者1号”所拍摄的照片来看，木卫一上根本不存在直径大于1公里的撞击陨石坑。这就奇怪了。我们知道，在太阳系许多行星和卫星表面，陨石撞击的坑穴比比皆是，尤其是在像水星和月球这些没有空气的行星和卫星上。我们地球表面上早期也存在着大量的陨石坑，只是由于水、风等因素的长期侵蚀和风化作用，才使许多陨石坑逐渐消逝，但现在仍然可以发现一些。据有的科学家考证，江苏的太湖可能就是一个陨石坑。而木卫

一上很冷，根本没有流动的水，也没有稠密的大气，因此也就谈不上水蚀和风化作用。另外，从“旅行者2号”拍摄的照片来看，木卫二的外貌有些像月球，即使在低分辨率的照片上，也能分辨出许多撞击陨石坑。同样是木星的卫星，又处于近乎相同的空间环境，为什么两者在地貌上会有如此大的差异呢？

看来，木卫一受陨星轰击是在所难免的，一定是某些更激烈的活动过程毁坏了或掩盖了陨星坑。不少天文学家想到了这种激烈过程可能是火山，由于经常发生规模巨大的火山爆发，不断把地下物质带到卫星表面，形成新的表面物质，所以木卫一的表面看起来好像是昨天才形成的，十分年轻。

在“旅行者1号”到达木星之前不久，木卫一的一种新的能源被证实，那就是斯坦顿·比尔和他的助手们提出的潮汐生热。在以前，人们几乎从来没有重视过这个潜在的巨大能源。根据比尔等人的计算，木卫一内部的大部分物质，由于潮汐生热过程而熔化成为液态。比尔等认为，木卫一上应该有喷发的火山。木卫一内部的硫磺，在表面附近熔化、集中后，在火山的作用下，形成了液态硫地下海。当固态硫加热到大约

115 C时，就会熔化，而且会改变颜色。加热的温度越高，颜色就变得越深。假如熔化的硫磺迅速冷却，又会恢复它原来的颜色。我们在木卫一上看到的不同颜色，很像火山口喷出的液态硫：火山顶端的呈黑色，温度最高；火山附近形成的河流状态硫，呈红色及桔黄色；遍布在平原部分的硫呈黄色。

木卫一本身不发光，要想直接观测木卫一上的火山爆发现象，活动火山必须位于卫星明暗交界处附近。这样，阳光可以照亮在黑暗天空背景衬托下的火山喷发物，即使是“旅行者”探测器也不例外。

1979年3月9日，“旅行者”号飞行控制组的一位名叫莫拉比图的女工程师，通过计算机强化木卫一边缘图像时，发现一股耀眼的烟云正从卫星表面喷射出来。不久，她就确定了喷出物的位置正好在一个被推测的火山口上。比尔等人的预言证实了，“旅行者”号发现了地球之外的第一个活火山。以后又陆续发现了8个正处于不同程度的连续喷发之中的火山，从而使木卫一荣获“拥有最多活火山的天体”的称号。

木卫一火山爆发时所形成的羽毛状“喷泉”，给人们留下难忘而又美好的印象。由于木

卫一的引力很小，又不存在空气，使火山喷出来的气体、尘埃抛得很高，然后缓缓地落下，形成一种对称的伞形结构。即接近中心的部分密度高；离中心越远，密度越低，因而称为伞形羽状物。科学家就是从“旅行者 1 号”拍摄的 8 个羽状物中，获得木卫一上有火山活动的直接证据的。

与地球相比，木卫一的火山活动规模是十分壮观的。在已经发现的羽状物中，最大的一个直径为 1000 公里，喷射高度达 280 公里，仅中央喷流的底部直径就有 37 公里。从分布上说，8 个羽状物中有 7 个集中在赤道±30°左右，而沿经度方向大体上是随机分布的。据猜测，这种分布可能同木星对木卫一的潮汐作用相关。

这些羽状物有着共同的特征：中央部分有一个暗黑的区域，喷发物即由此被抛出，核心部分有一圈不规则的或圆形的亮环围绕着，在亮环外圈是一片范围更大的扩散区域。科学家仔细地分析了“旅行者 1 号”的观测资料，发现木卫一上的许多区域都有这种特征。有的火山位于边缘附近，但没观测到羽状物喷发；有的不是在边缘找到的，因而更无法判断是否有过火山爆发。但不能否认，这些地区在不久前可能有过

爆发。照这么说来，木卫一上的火山活动不仅规模大，而且所涉及的区域也是相当广泛的。

在根据“旅行者1号”观测资料所绘制的木卫一地图上，可以找到大大小小300多个不活动的火山口，其中直径大于20公里的有200来个，最大的竟达250公里。它们深浅不一，最深的达1公里，它们在木卫一表面上近乎随机分布。地球的陆地总面积是木卫一总表面积的3.5倍，但直径大于20公里的火山口一共只有15个左右，相比之下，木卫一上火山活动的剧烈程度就不难想象了。

科学家对木卫一的一些现象产生的疑惑和不解，随着木卫一上火山活动的发现而释然了。

由于经常发生大规模的火山爆发，木卫一表面的更新速率非常高，可以“随时”把撞击陨石坑掩埋掉。根据观测估算，由于火山爆发，平均每年可以在木卫一表面覆盖一层厚约1毫米的物质，所以木卫一的表面看起来总是那么年轻。

木卫一表面的另一特征就是与火山密切相关的火山流，它们一般出现在卫星表面的橙黄色区域。大部分火山流又长又窄，呈暗黑色，很显然，它们是从破火山口放射出来的暗流。许多

火山流是由硫构成的，硫的熔化温度较低，再加上木卫一地壳的热导率很低，于是火山流蔓延得很长、很远，最长可达300公里。由于硫的染色作用，使木卫一成为太阳系里最红的天体。

由于木卫一上火山喷发得非常高，非常远，以致它们的部分喷发物可以直接进入太空，围绕木星运动。处于木卫一轨道上的那些微粒环的来源可能就是这些火山喷发物。一种意见认为，这些微粒，盘旋着逐渐移向木星，覆盖了在木卫一轨道内侧而靠得很近的木卫五，遂使木卫五也变红了。照这样推测，木卫一喷发的物质中，相当一部分很有可能历尽坎坷最后汇入到木星的环形系统。

关于火山喷发的热源，科学家大都同意比尔等人的理论：木卫一处于木星的强大引力场中，可能由相邻的其他木卫的潮汐摄动引起，这与地球上的火山可能靠放射性元素的蜕变，加热地核这些因素不同。

木卫一是迄今在太阳系中所观测到的火山活动最为频繁、最为激烈的天体，这一发现使天文学家对太阳系，特别是对木星系的认识丰富了不少，为今后太阳系天体的研究提供了新的

启示。但是关于木卫一火山爆发，人们还存在着一些至今尚未解决的问题，譬如木卫一喷射出来的是富硫的硅酸盐物质呢，还是一种新型的、完全由硫和硫化物组成的物质？



土星

土星是太阳系中最美丽的行星。

它的体积和质量仅次于木星，也属于巨行星。土星在冲日时的视星等为一0.4等，亮度可与天空中最亮的恒星相比。我国古代把土星称为“镇星”；西方人叫它“萨图恩”，这是罗马神话中农神的名字，并把镰刀作为土星的天文符号。在望远镜中，它那淡黄色的、桔子形状的星体上漂浮着明暗相间的云带，腰间缠绕着一道绚丽多彩的光环，极区呈浅蓝色，妩媚动人。

比水还轻

土星和其他行星一样，也围绕太阳在椭圆轨道上运动。土星绕太阳公

转的轨道半径约为 9.54 天文距离单位（约 14 亿公里）轨道的偏心率为 0.056，轨道面与黄道面交角为 2°5′，绕太阳公转一周约 29.5 年，公转平均速度约为 9.6 公里/秒。土星的自转很快，仅次于木星，其自转角速随纬度而不同，在赤道上自转周期为 10 小时 14 分，在纬度 60°处为 10 小时 40 分。由于快速自转，使得它的形状变扁，是太阳系行星中形状最扁的一个。土星表面也有沿赤道伸展的条纹带，表面为云层所覆盖。

用天文望远镜观察土星，看到的是一个带光环的天体。土星的赤道半径约为 6 万公里，其赤道半径与极半径相差 5000 多公里。体积为地球的 740 倍，质量为地球的 95 倍。在太阳系的行星中，土星的质量和大小仅次于木星。平均密度是 0.7 克/厘米^3，比水的密度还要小。由于土星的密度太小，其表面重力加速度和地球差不多（为地球的 1.07）。在土星上，物体要有 37 公里/秒的速度才能脱离土星，比地球表面的脱离速度大得多，因此土星能把大量的大气束缚住。

土星有稠密的大气，其大气的主要成分是氢和氦，还有甲烷、氨等。通过天文望远镜，我

们可以看到土星表面也有一些明暗交替的带纹平行于它的赤道面，带纹有时也会出现亮斑、暗斑或白斑。白斑的出现不很稳定，最著名的白斑于 1933 年 8 月被英国天文爱好者 W • T • 海用小型天文望远镜发现。此白斑位于土星赤道区，呈蛋形，长度达土星直径的 1/5。以后这块白斑逐渐扩大，几乎蔓延到土星的整个赤道带。

土星有一个光环。它是伽利略于 1610 年用望远镜发现的。当时伽利略把土星光环误认为是土星左右两侧长出的“耳朵”。在长期的观测中发现，环带中间由两条暗缝分隔成三个环。靠外的 A 与靠内的 B 环之间被一条称为卡西尼的缝（它是 1675 年由法国天文学家卡西尼发现的）隔开；C 环靠近土星本体，但较暗弱。1966 年和 1969 年，天文学家用光电测光方法又发现 C 环内有一层更暗的 D 环；A 环外又有一层 E 环，环缝分别命名为“恩克缝”和“法兰西缝”。A、B、C 环为主环，A 环宽度为 14400 公里，B 环为 25800 公里，C 环为 20800 公里，D 环几乎触及土星表面，E 环延伸到 5～6 个土星半径以外。

由于土星的自转轴相对于公转轨道有一个 26.7°的倾角，因而从地球上看去，有时它的北

极斜对着我们而看不到南极，有时则是南极斜对着我们，每29.5年周而复始。每当光环的边缘与我们的视线趋向一致时，光环越来越变得像一条线；当它与视向完全重合的一段短时间内，光环竟消失不见。这一现象说明，土星的光环虽然很宽，但很薄。

为了探测太阳系外围空间的物理情况，1973年4月“先驱者11”号上天，1979年9月1日飞临土星，成为第一个就近探测土星的人造天体。“旅行者”1号、2号在考察完木星后，继续驶向土星，对土星进行考察。完成考察土星的任务后，“旅行者2号”又继续飞向天王星和海王星，对它们进行考察。这些“一身多任”的宇宙飞船，为我们带来了土星的新消息。

“先驱者11号”飞船于1979年8月、9月在距土星128万公里处发现，土星磁场十分特殊，磁场图很像一条大鲸鱼，其头部圆钝，两边伸出扁形翅，还有粗壮的尾巴。土星磁场的磁轴与其自转轴吻合，磁心偏离土星核心22.5公里。磁场范围比地球的磁场范围大上千倍，但比木星磁场小，也没有木星磁场复杂。

“先驱者11号”同时还发现，土星有一个辐射带，其强度小于地球的辐射带。它是由土星磁

场俘获的带电粒子组成的。宇宙飞船在6万公里之外接收到了土星发射的无线电波，表明土星有较强的电磁辐射。据测定，土星辐射的能量是它接收到太阳能量的2.5倍，表明土星与木星一样有内在能源。

“先驱者11号”于1979年9月探测到土星的一个新环——F环和一个环缝，此环缝后来被命名为“先驱者环缝”。F环宽度不到800公里，距土星中心为2.33个土星半径处，正好在A环外侧；先驱者缝位于A环与F环之间，宽度约3600公里。1980年“旅行者1号”发现了G环，G环分布在离土星中心约10～15个土星半径之间的广阔地带。

“旅行者”1号和2号飞船在飞越土星时发现，土星环的环数远不止7个，而是成千上万个，均分布在土星环的平面内。飞船发回的照片显示出，土星环中有环，令人眼花缭乱。乍看起来，这些光环很像一张密纹唱片上的纹路，仔细观察，原来土星环具有更精细的结构：大多数光环是光滑匀称的，但也有些是锯齿形的，有的呈辐射状，还有的像发辫一样互相扭结。A、B、C环是由几百乃至上千条细环构成；卡西尼缝中并不空，至少有20条细环；恩克缝中也有2条

呈纽结状的细环。此外，还发现了几十个新环缝；F 环至少由 3 条细环所构成，其中 2 条亮环像发辫那样相互绞缠，另一条暗黑且宽；F 环上有团块和纽结。“旅行者号”飞船观测还表明：土星环是由大小不等的碎块和颗粒组成，A、B、C 环中最大的碎块约为 10 米，更多碎块的大小在 10 厘米左右；F 环大部分则是由微米量级的粒子所构成。土星光环很宽，也很薄，整个光环宽约 20 万公里，而其最大厚度则不超过 150 米。

土星有一层厚而浓密的大气层，大气的结构很像木星，以氢、氦等为主，只是氢比木星少些。宇飞船拍摄的照片显示出，土星呈淡黄色，北极区呈浅蓝色。大气中翻腾着由稠密的氨晶体组成的云，云上呈现一些斑点、晕圈、丝条和漩涡状动态结构，还有彩色的亮带和暗纹。土星也有一个大红斑，但比木星大红斑要小得多。土星的大红斑是一个长 8000 公里、宽 6000 公里的卵形区，呈桔红色，估计是由一次飓风所致。此外，在土星表面上还发现灰暗的卵形区，可能是土星大气流上升后又下降进入云层时引起扰动和旋转形成的。和木星风一样，土星风也是东西向的，但比木星风大，最大风速为 500 米/秒。

土星的表面温度为 -140℃，支顶温度为－

180℃，比木星低50℃。土星有一个直径为2万公里的岩石核心，核心外面就是土星大气。

土星家族

在宇宙飞船探测土星之前，人们知道土星有10颗卫星。1977年发现了土卫十一，1979年“先驱者号1号”飞临土星时，探测到了第十二颗卫星。为了纪念它的功绩，起名为“先驱者号”。“旅行者1号”飞船于1980年10月26日和11月10日在近距离考察土星时，又发现了5颗卫星。1981年8月25日“旅行者2号”在距土星云层之上101000公里处掠过，考察了土星及其光环和9个卫星。这次飞掠土星时，又发现了6颗卫星。

现已确认的土星卫星共23颗。距土星最近的是土卫十五，它与土星的距离为13.7万公里，仅为卫星到土星中心的2.29个土星半径，公转周期为0.601天，其半径只有15公里；最远的是土星九，平均距离约1293万公里，它距土星中心为216个土星半径。土卫八的轨道面与土星赤道面的交角为7°52′，属于不规则卫星。土卫九的轨道面与土星赤道面的交角为175°，逆行，轨道偏心率达0.163，也属于不

规则卫星。其余的卫星均为规则卫星。有趣的是，土卫四和土卫十二、土卫十和土卫十一都是两两同一条轨道上；而土卫三、土卫十六和土卫十七则是三星同居一轨道。从飞船发回的资料看，没有发现这些卫星上有火山活动的痕迹。

土星的卫星中，土卫六是天文学家关注的天体之一。它于1655年被荷兰天文学家惠更斯发现。长期以来，土卫六一直被认为是卫星中体积最大的，也是太阳系中唯一拥有大气的卫星，其大气成分主要是甲烷；过去认为它的表面温度也不很低，因而人们推测在它上面可能存在生命。"旅行者1号"发回的数据却令人失望，它发现土卫六的直径只有5150公里，并不是太阳系中最大的卫星（木卫三的直径最大，为5262公里），它有一层稠密的大气层和一个液态的表面，其大气层至少有400公里厚，甲烷成分不到1%，大气的主要成份是氮，占98%，还有少量的乙烷、乙烯及乙炔等气体。土卫六的表面温度在－181℃到－208℃之间，液态表面下有一个冰幔和一个岩石核心。飞船未发现存在任何生命的痕迹。土卫六能向外发射电波，使人感到迷惑。此外，土卫六轨道附近有一个氢云。

除土卫六外，天文学家从"旅行者号"飞船

发回的资料发现，土星的其他卫星都比较小，在寒冷的表面上都有陨击的疤痕，像破碎了的蛋壳。土卫一表面上有一个直径达128公里的陨石坑；土卫二有着荒凉的平原、陨石坑和断皱的山脊，它的不同区域代表着不同的历史时期；土卫三上有一个又深又宽，长约800公里的裂谷；土卫四表面有稀疏而明亮的条纹，它们都环绕着陨石坑。

奇妙的光环

土星的光环是围绕土星运行的物质环。用天文望远镜观看星星时，除月球外，最妩媚动人的莫过于土星光环了。土星美，美在光环。明亮的光环，就像一条精致的金项链，佩在土星身上。

最早发现土星光环的人是伽利略。

伽利略在1610年用自制的望远镜观察土星时，发现土星的两边有奇妙的半月形光影。当时伽利略把它们称为土星的“耳朵”，误认为土星可能是由一大二小的天体组成，怀疑这耳朵是土星两侧的两颗卫星。但是，他一直不敢将自己的观察结果发表，其原因是他发现土星“卫

星”并没有绕土星公转，似乎永远停留不动。而更令他惊奇的是二年后那两颗“卫星”竟然失踪，三年后又重新出现。是什么原因呢？伽利略直到去世也没弄明白土星“卫星”为什么永不转动。他无论如何也不会想到，自己竟是世界上第一个见到土星光环的人。

在以后的年代里，许多观测者都描绘了自己所见的土星，它具有非常奇怪的现象。但没有人能说清楚它的形象为什么那样变化多端。半个世纪以后，荷兰天文学家惠更斯用更大更好的望远镜进行观测，才揭开了这个谜。原来那两颗“卫星”是与土星不相连接、环绕在土星赤道面上的光环。这光环由无数个形状、大小不等，直径在 7. 6 厘米至 9 米之间的冰块组成，以很快的速度浩浩荡荡地围绕土星运转，在太阳光的照耀下呈现出各种颜色。光环的直径达 27 万千米，厚度为 10 千米左右，由东向西自转。到 1675 年，意大利天文学家卡西尼（G. D. Gassini）在土星光环中发现有一圈空隙。他所发现的这个空隙，就是以他的姓命名的著名的卡西尼环缝。

地面观测发现土星光环厚约 3 公里，宽达 20 多万公里，可分成 7 个环，最亮的环宽约 2.

6万公里；环与环之间有1条缝隙，最大的缝隙约5000公里。1980年11月，“旅行者一1”号探测器拜访土星时，发现土星光环不止7环，而是由成千上万细小的环构成的，这些细环就像一张巨大的密纹唱片上的波纹，从土星云顶一直延伸到32万公里的地方。这些光环是由无数颗大小不等的石块和冰块组成，大多数的直径在4～30厘米之间。如若将这些石块和冰块聚合在一起，可构成月球那样大小的天体，可见，土星光环决非等闲之物。

土星光环不是随时可见的，光环侧对着地球时能够看到光环；光环平对着地球时，哪怕用最大的天文望远镜也无法看到它的“尊容”，如1995年和2009年就无法看到。

土星环的结构是17～19世纪陆续被发现的。到20世纪80年代初，至少有3个探测器先后对土星做了“走马观花”式的观测，最大的发现是土星环的结构极为复杂。

原来，人们根据地面观测和空间探测，把土星环划分为7层。距土星最近的是D环，亮度最暗，其次是C环，透明度最高，B环最亮，最后是A环。在A环和B环之间有段黑缝，这就是

著名的卡西尼环缝，缝的宽度大约5000千米。在A环之外有E、F、G三个环，最外层的是E环，十分稀薄和宽广。

旅行者1号和2号探测器把土星环的近距离照片送回地球后，科学家们非常吃惊：原来每一个小环又可细分成上千条大大小小的小环，即使被认为空无一物的卡西尼缝也存在几条小环。在高分辨率的照片中可以见到F环有5条小环相互缠绕在一起。土星环的整体形状就类似一个巨大的密纹唱片，从土星的云顶一直延深到32万千米远的地方。

光环的颜色远看是红棕色，其实每层环的颜色都稍有不同，C环是蓝色，B环内层为橙色，外层为绿色，A环为紫色，卡西尼缝是蓝色。

旅行者号探测器展示给我们的是埋光环的新结构，有些问题较难解释。

拜访女巨神

1655年3月25日，荷兰天文学家惠更斯在用自制的3.7米长折射望远镜观测土星时，无意中发现了一颗土星的卫星，这颗卫星被命名为提坦。提坦是希腊神话中的女巨神、第二代天神克洛诺斯的妻子。它就是最受天文学家瞩目

的土卫六，是被人类发现的第一颗土星卫星。

长期以来，土卫六一直被认为是太阳系卫星中体积最大、比水星还大的卫星之王。旅行者号探测器的一次近距离测量，在35千米处拍下5张高分辨率的照片。照片上土卫六展现出美丽的桔红色的星体，像一个熟透了的桔子。更重要的是收到的数据资料，改写了土卫六原来5800千米的直径，实际直径应为4828千米，迫不得已地把“卫星之王”的桂冠转让给了木星的卫星木卫三，屈居第二。这并没有影响它的地位，科学家们一直对土卫六很感兴趣，原因在于它是卫星中唯一有大气存在的天体。大气的主要成分是氮，约占98%，甲烷占1%，其余的碳氢化合物在大气中所占比例非常小，大气层厚度约为2700千米。土卫六的表面温度很低，在−190℃～−210℃之间，使之形成了美丽的液氮海洋。

虽然我们看不到土卫六的表面，但旅行者号探测器为我们提供的资料显示：土卫六是太阳系中的又一个奇异世界，黑暗寒冷的表面，液氮的海洋，暗红的天空，偶尔洒下几点夹杂着碳氢化合物的氮雨等。这些是人类了解生命起源和各种化学反应的理想之处。

从惠更斯发现土卫六以来，至今已有300多年的历史，土卫六仍是一个待解之谜。要想对土卫六有更深刻的认识，还需要人类不断地进行探索。

“天资”出众

天文学家们为什么特别看重土卫六呢？因为土卫六“天资”出众，所以受到天文学家们的青睐和器重。土卫六与众不同的“天资”表现在如下方面：

首先，土卫六的直径为4828公里，在卫星世界中居第二位，比九大行量中的冥王星大许多，跟水星的个头儿差不多。它的质量是月球质量的1．8倍，平均密度为每立方厘米1．9克，约为地球密度的1/3，引力则为地球的14％。

土卫六与土星的平均距离为122万公里，沿着近乎正圆形的轨道绕土星运动。它像月球一样，总以同一面向着自己的行星——土星。也就是说，如果在土星上看土卫六的话，永远只能看到土卫六的同一个半面。它的轨道基本上在土星赤道面内。你可以想一想，土卫六这么大的天体，沿着大约122万公里的半径，居然运动在近乎正圆的轨道上，这真是有点难以想象的事。如果让我们专门画这样一个圆，恐怕也是不容

易办到的。足见天体演化中的自然奇观。

第二，1944年，美籍荷兰天文学家柯伊伯对土卫六进行了系统的分光观测研究，发现土卫六上有甲烷气体，从而确认土卫六上有浓密的大气层。一直到现在，土卫六仍是太阳系内已知的60多颗卫星中有大气的唯一卫星，这怎能不受到天文学家们的特别偏爱呢？

第三，根据土卫六的运动特征、物理状况和化学成分，天文学家们判定土卫六是和土星一起演化形成的，属于稳定卫星，不可能是土星后来捕获的小天体。一些天文学家曾一度将土卫六的质量、体积、表面重力、表面温度、大气成分、水和冰的含量、自转和公转等天体特征和天体环境与地球进行比较，目的是想从中获取有关早期生命物质演化的蛛丝马迹。

其他天体上有没有生命的繁衍？这个问题一直萦绕在天文学家们的脑际。土卫六的发现者惠更斯在《天体奇观，关于其他行星上的居民、植物及其世界的猜想》一书中写道：如果我们认为这些天体上除了无边无际的荒凉之外，一无所有，……甚至进一步认为那里根本不可能存在高级生物，那么我们无异就贬低了它们，而这是非常不合情理的。诚然，判断哪个天体上

有没有生命，这是一个十分严肃的科学问题。从目前看，恐怕过于乐观是不现实的，然而过于悲观也是没有根据的，实践是检验真理的唯一标准。至于土卫六上的生命信息，至今仍是个不容乐观的谜，但是一定会在不断探测的实践中得到解决。

从地球上看去，土卫六是一颗8.4等星。凭眼睛直接看是绝对看不到的。用较好的天文望远镜观测它，也只能看到一个小小的红点似的盘状体。为什么是这个颜色呢？有人认为这可能是因为土卫六上存在着复杂的有机分子。当然，完全依靠地面观测是解决不了这类问题的，只能是"纸上谈兵"。

随着宇航事业的飞速发展，行星际探测器取得了空前的成果。目前，亲自探测过土卫六的行星际飞船共有两个。它们是美国发射的"先驱者11号"和"旅行者1号"。

1979年9月1日，"先驱者11号"飞掠土星，考察了土卫六。不过，当"先驱者11号"考察土卫六时，正赶上一阵强烈的太阳风，严重地影响了发回的信息。地面控制中心只收到它在35万公里处拍下的5张高分辨率的照片。在照片上，土卫六呈现美丽的桔红色，像熟透了的桔

子。“旅行者1号”于1980年11月11日飞临土卫六。它离土卫六最近时，离云顶只有4000公里，探测取得完满的成功。就是这次，测得土卫六的直径为4828公里，而不是过去认为的5550公里。

“旅行者1号”对土卫六的考察结果表明，土卫六确有浓厚的大气层，约有2700公里厚，比地球大气密度还高。大气的主要成分是氮气，占98%，甲烷占1%，还有少量的乙烷和氢等。金星、地球和火星的大气中也都有氮气，但是都没有土卫六这么多得惊人。

“旅行者1号”还发现土卫六大气呈雾状。浓密的雾层使阳光不能照到土卫六的表面，影响了“旅行者1号”对土卫六表面的观测。同时，也有的科学家根据“旅行者1号”的观测资料，认为土卫六大气中充满甲烷。

为了进一步研究土卫六大气和生命的关系，美国康奈尔大学的行星物理学家卡尔·萨根等人，做了土卫六大气模拟实验。研究者认为，土卫六上含有大量氮气的大气层，产生了各种各样的生命前的化学物质。萨根指出：“早期的地球上可能也曾发生过类似的过程。但在土卫六上发生的生命前化学过程，因为那里的温

度远低于水的冰点，大概是不会有生命的。”

说到这里，你有没有想到：为什么在卫星中只有土卫六有如此丰富的大气层呢？这一直是行星物理学家们在思索的问题。有人认为，这可能是土卫六表面温度高到足以维持相当数量的甲烷和氨气，以保持与其表面的冰相平衡。也可能是土卫六上的冰含有甲烷和氨，在土卫六的温度下容易形成大气。第三种可能是土卫六大气不会像受木星强磁场那样，使大气跑掉。第四种可能是土卫六的质量大，能经受内部的分化，分化出的冰向表面集中，它的引力足以使大部分的气体不至跑掉。

这颗令人神往的土卫六表面是什么样子呢？应该说至今还没有直观的资料。科学家们做过多种可能的推测，科学幻想小说家们对土卫六的描述，更是笔下生辉。然而，一切都必须尊重科学。

根据土卫六大气中那么多氮气，同时土卫六表面温度又比地球低得多，约在－201～－190℃之间，以及土卫六的体积和质量等，有的科学家推测它的内部物理状况及表面特征，并首先寻找土卫六上的岩石和冰的比例关系。有人估算土卫六上的岩石物质约占它总质量的

55%，其余为冰；土卫六表面是寒冷的液态海洋，海洋中70%是乙烷，25%是甲烷，5%是熔解氮，整个液态海洋约有1公里厚，包围着土卫六。1989年6月4～5日，从地球上向土卫六进行了雷达探测，结果表明土卫六上也可能有陆区。

"旅行者1号"还发现土卫六的南北两半球的明暗有差异：南半球明亮，北半球暗淡。这是什么原因造成的呢？可能是土卫六上南北不同季节引起的。"旅行者1号"拜访时，土卫六北半球正好是春季的开始。不过，也有人认为这可能是土星磁层对土卫六的影响。总之，目前还解释不清楚。土卫六大气吸光能力很强，可吸收落在它上面的阳光约80%。这些热量大部分被大气中的雾粒和甲烷气体吸收，也许只有5%～10%的阳光能到达土卫六的表面。

从惠更斯发现土卫六起，300多年来，关于土卫六的不解之谜似乎越来越多。其实这是不奇怪的，这表明我们的认识越来越深刻。伟大的波兰天文学家哥白尼有一句名言："人的天职是勇于探索。"

天王星

在晴朗的夜晚要想观看天王星，并不是很难。它的亮度是5.7等。它的公转周期相当缓慢，每84年绕太阳一周，平均每天只移动46″，不容易与恒星区分，历史上曾多次被误认为是恒星而被载入星图。

在古老的希腊神话中，天王星被看作是第一位统治整个宇宙的天神——乌刺诺斯。他和地母该亚结合，生下了后来的天神，是他费尽心机将混沌的宇宙规划得和谐有序。因他地位显赫，译成中文便是天王星。

独特的天王星

"1781年3月13日，星期二晚上10～11点钟，我正考察双子座H

星附近一群小星时，发现了一个异常明亮的星。我将它同双子座H星及双子、御夫座之间的小星做比较，发现它比任何一个都亮。我怀疑它可能是一颗彗星。

当我首次看到这颗彗星时，用的是227倍的天文望远镜。根据经验，我知道恒星的直径不随放大率的增高而增大。而行星正相反。因此，我换上460倍和932倍的目镜观测。……发现它的直径随放大率的增高而增大。”这是200多年前，一位英国音乐教师、天文爱好者，后来成为举世闻名的大天文学家威廉·赫歇耳，用自己制造的天文望远镜发现天王星时的历史性记录。1781年3月13日夜晚，他在院子里与他的妹妹用自制的反射式望远镜观察星空时，偶然间在双子座发现了一颗与众不同的淡绿色的星星，心中不免惊颤。这是一颗什么星呢？他让妹妹将观察内容记录了下来，连续几天的跟踪观测使他认定，所发现的一定是太阳系的天体，可能是彗星。于是他把一篇题为《一颗彗星的报告》的论文递交给英国皇家学会。

两年以后，法国科学家拉普拉斯证认并公布了威廉·赫歇耳发现了太阳系的新行星。天文学家们计算出这颗星的轨道，位置是在土星

的外侧，从此，太阳系内的第七颗行星就被发现了。这是人类认识太阳之家具有划时代意义的大事。

天王星与太阳的平均距离约为29亿公里，是地球到太阳距离的近20倍，是土星到太阳距离的两倍。这样一颗行星的偶然发现，使人类对太阳系边疆的认识外推了两倍的空间范围。这是对哥白尼建立的日心学说的重大发展。天王星绕太阳一周约84年。从发现到1996年，215年来，天王星绕太阳还没转满三圈。天王星的赤道半径约25900公里，体积是地球的65倍，在行星世界中仅次于木星和土星，居第三位。它的质量为地球的14.6倍，质量比海王星小，居第四位。密度为每立方厘米1.24克。

在行星世界里，天王星有独一无二的特征，即它的赤道面与它绕太阳公转的轨道面倾角为97°55′。这就是说，天王星的自转轴几乎是倒在它的轨道面上，以躺着的姿势绕太阳运动。这是太阳家庭中的又一大特例。以这样的姿势运动使天王星上的四季和昼夜现象复杂化了。首先，天王星的南北两极基本上在它的轨道面上，赤道面与其轨道面基本垂直了。有人戏称天王星是一个“被颠倒的行星世界”。当它的南极朝向

太阳的时候，南半球为夏季，南极点几乎受到太阳的直射，南半球见到太阳距地平的高度随纬度的减低而降低。而且在天王星自转过程中，太阳是不落山的。这就是说，当南半球是夏季时，又是日不落山的。相反，此时在北半球正是冬季，又是日不升起的漫长的黑夜。对天王星的两极来说，基本上是42年白天和42年的黑夜。关于天王星的自转周期，过去通过光谱分析测定为24小时，经“旅行者”2号测定为16小时28分钟。

1977年3月10日，发生了天王星遮掩恒星SAO158687的罕见天象，全世界许多国家的天文工作者都参加了观测。其中美国、中国、澳大利亚、印度和南非五国都同时发现天王星有像土星一样的光环。这是地面观测的一项重大发现，轰动了全世界。

最令人鼓舞的是1986年1月“旅行者”2号对天王星的探测成果。“旅行者”2号是1977年8月20日由美国发射的。它于1979年7月考察了木星，1981年8月又探测了土星。在太空中边探测边飞行，历时8年零3个月，行程48亿公里，于1986年1月24日到达天王星附近，又开始繁忙的探测活动。从地球上观测天王星

时，天王星最大的视直径仅有 3″多一点。而今，“旅行者”2 号到达了天王星的身边，给我们送来的有关天王星的信息量胜过其被发现以来 205 年的总和。难怪行星物理学家们对此感兴趣。探测表明：天王星浓密的大气层是由氢和氦构成的甲烷云层，它吸收红光，使天王星呈现蓝绿色的光芒，甲烷上方是结晶体组成的浓雾。大气层的温度为－176 C，大气中有风暴云在移动。探测时天王星的南极正朝向太阳，被浓雾笼罩着，因此，天王星的北极反而比南极温度高。此外，还发现由氢分子辐射出的紫外线辉光，叫电辉光。天王星也有磁场，但只有地球磁场强度的 1%，也有辐射带。新发现 10 颗天王星的卫星，使天王星卫星总数达 15 颗。发现天王星光环是由二十几个同心环组成的。这一系列的新发现使天王星名声大振，成为行星世界中出类拔萃的行星。

天王星小档案

颠倒的行星世界

天王星是在土星外面绕太阳公转的，84.01 个地球年公转 1 周。天王星自转方式非常奇特，

就像一个耍赖的小孩，躺在地上打滚似的。天王星横躺在轨道上一边打着滚，一边绕太阳转圈。天王星如此运动的结果是天王星上的春秋两季，有着快速的昼和夜的交替，约每隔 16.8 小时太阳就升起一次。而冬夏两季和春秋两季则截然不同，当天王星的南半球对着太阳时，南半球处于夏季，这时期的太阳总是在南半球上空转圈子，永不下落。整个夏季南半球始终是白昼。这时背向太阳的北半球则处于冬季，整个冬季要度过长达 21 个地球年的漫长黑夜，难怪有人把天王星称作为“一个颠倒的行星世界”。

天王星的卫星

在 1977 年之前，我们只知道天王星有 5 颗卫星，这 5 颗卫星几乎都在接近天王星的赤道面上，绕天王星转动。因为天王星的自转轴倾斜为 98°角，这 5 颗卫星都成了逆行卫星。其中，天卫三和天卫四较大，直径分别为 1000 千米和 1630 千米，其余三颗比较小，最小的天卫五是 1948 年美国天文学家柯伊伯发现的，直径为 484 千米。天卫五的地形复杂，有高达 24 千米的山峰，坑坑凹凹的洞和数条线状的沟，它的成因迄今依然还是个谜。

1986 年旅行者 2 号探测器造访了这颗行

星，发现了10颗新卫星，使它的卫星数目增加了2倍，共计15颗，新发现的卫星都很靠近天王星，但都比较小，直径多在20～100千米之间。最大的一颗直径为160千米，此卫星被称为1985UI。只有这颗卫星是旅行者2号在飞往天王星的旅途中发现的。

天王星的面目才稍稍揭开，还会不断有新的疑谜产生。要想更深地了解谜一样的天王星，还要靠天文学家们的长期不懈的努力。

意外的发现

土星有美丽而奇特的光环早已是众所周知的事了，光环似乎成了土星的“专利”。直到本世纪70年代才打破了这种垄断现象。

1977年3月10日，在一次天王星掩恒星的天象观测中，天王星在天空缓慢移动，从天秤座中一颗编号为SAO158687号的暗恒星后面经过，出现了罕见的掩星天象。中国、美国、澳大利亚、印度和南非的天文台都抓住这难得遇到的机会进行观测。掩星前出现5次和掩星后出现5次忽暗忽亮现象。经过天文学家们的分析，确认天王星也有光环，是9条细环，宽度约10万千米。

1986年1月24日旅行者2号探测器以每

小时 72000 千米的速度飞掠天王星时，又发现了天王星的 11 个环，纠正了 9 个环的认识。天王星共有 20 个环，不同的环有不同的颜色，给这颗遥远的行星增添了新的光彩。

海王星也具有辐射带，还有类似于在地球南北极出现的极光。隔 16 小时 3 分至 16 小时 5 分发生一次，说明海王星也有磁场。海王星磁场与其自转轴之间的倾角约为 50°，其磁层中主要是由氢离子，氦离子和氨离子构成。

笔尖上的发现

自从 1781 年天王星被发现以后，人们发现天王星老是不守“规矩”，在绕太阳转圈的轨道上总是东摇西晃的，使众多的天文学家们感到困惑不解：或许在天王星的外侧还有 1 颗大行星，由于它的存在，造成天王星的行动异常！19 世纪，许多天文学家们致力于搜索这颗“天外行星”的热门工作。

当时有两位青年——英国亚当斯和法国勒威耶在互不知晓的情况下，分别进行了整整 2 年的计算工作，1845 年亚当斯先算出“天外行星”的轨道，但是，格林尼治天文台却把他的论文束之高阁，错过了首先找到新星的良机。1846 年 9 月 18 日，勒威耶把计算结果寄到了

柏林，却受到了重视。柏林天文台的伽勒不失时机地搜索这颗“天外行星”，最终在勒威耶指点的位置附近发现了这颗新行星，这就是太阳系家族的第八颗大行星——海王星。

笔尖下发现的海王星，使太阳系的疆域又一次向外推移，达到了45亿公里之遥，同时，为哥白尼学说和牛顿力学提供了最好的佐证，成为科学史上一段脍炙人口的佳话。



海王星

在大型天文望远镜里的海王星，呈现出淡蓝色的圆面，人们自然而然地联想到蔚蓝色的大海，于是，西方人用罗马神话中的大海之神——尼普顿的名字来称呼它，中文译为海王星。

天王星的兄弟

海王星绕太阳运转的轨道半径为45亿千米，是地球距离太阳的30倍，公转一周需要165年。从1846年发现到今天，海王星还没走完一个全程。

海王星的直径是49400千米，和天王星类似，质量比天王星略大一些。因此海王星的内部结构与天王星

极为相近，所以说是天王星的孪生兄弟。

海王星表面也有厚厚的大气层包围着，大气中含有氢、甲烷和氨等气体。由于海王星离太阳遥远，表面有效温度为－230℃，但在红外波段，海王星的辐射能量超过它所吸收的太阳能量，这表明海王星也可能存在内部局部能源。从1989年8月“旅行者2号”考察海王星时发回的照片上发现，海王星上面有一个大鹅卵形黑斑，二个暗斑和三个亮斑。黑斑的直径约为1.28万公里，看上去像一只大眼睛，大约每10天逆时针旋转一周。这个大黑斑实际上是一个气旋，它是海王星大气的高压区，在它上面约50公里处有一些像卷云般的云朵。分析表明，在海王星大气中含有高浓度的甲烷和氢硫化物。

天王星和海王星的内部结构既不像类地行星富含硅、铁，又不像巨行星那样富含氢、氦，它们基本上是由水、甲烷、氨等氢化物构成；而硅酸盐、铁、氢和氦只是次要成分。这就是说，虽然天王星和海王星也像巨行星那样是液态行星，但它们的化学成分已不是原始星云物质。

现在认为天王星和海王星的大气中氢仍是主要成分，其内部结构分为三层：富氢的大气层，其质量为1～2地球质量；由甲烷、氨和水

构成的液态幔，其质量约为地球质量的10倍；岩一冰核，其质量约为地球质量的3倍。

根据地面观测，天王星和海王星也有磁层。为此，“旅行者2号”的探测项目中设置了对天王星、海王星磁层的探测项目。“旅行者2号”在到达天王星最近距离点之前，就探测出天王星发出的射电信号和带电粒子流。经测定，天王星也有磁层结构，其磁层中主要是由质子和电子构成的等离子体。磁层在朝向太阳的一面至少延伸到59万公里的高度，其磁尾延伸到600万公里。天王星也有与地球范艾伦带类似的辐射带。

1989年8月24日，“旅行者”2号抵达海王星近区，对海王星进行多方面的探测。观测资料向我们展示了海王星的“画卷”。海王星是一颗蓝绿色的行星，大气层内十分活跃，各层的云都在高速流动，风暴层出不穷。在大气层中存在两个暗斑和3个亮斑。其中一个大暗斑在东西方向上达12000公里，南北方向上达8000公里，位于海王星南半球南纬21°，与木星大红斑一样，是沿逆时针方向运动的气团。大黑斑的南部还伴有明亮的白斑。“旅行者”2号还新发现海王星有6颗卫星，使海王星卫星总数达到8颗。

发现海王星有 5 条光环。迄今为止，木星、土星、天王星和海王星都具有光环。它们同属类木行星。这给关于太阳系起源和演化的研究注入了新的活力。

探索海王星

1989 年 8 月 24 日，经过 12 年长途拔涉的旅行者 2 号探测器如期到达了旅途的最后一站——海王星，对海王星进行了详细的科学考察，给天文学家发回了大量清晰的照片和数据，使我们对海王星的了解再也不像雾中看花那样朦朦胧胧了。

旅行者 2 号飞近海王星拍摄的照片向人们显示，海王星是一个狂风呼啸、乱云飞渡、富有生气的世界。大气中有许多湍急紊乱的气旋在翻滚，在海王星的南半球有一个醒目的大黑斑，其形状、相对位置和行星的大小比例竟与木星大红斑类似。天文学家认为它也是一个大气旋，是令人惊心动魄的风暴区。

在旅行者 2 号考察海王星之前，一般认为海王星只有两颗卫星，那就是海卫一和海卫二。飞近探测后又发现了 6 颗卫星，从而使海王星的卫星总数达到 8 颗。新发现的卫星暂命名为

1989N1～1989N6。1989N6距海王星最近，其他依次是1989N5、1989N3、1989N4、1989N2、1989N1、海卫一和海卫二。

旅行者2号重点考察了海卫一。当它从南边逼进海卫一时，摄像机前出现了一个耀眼的白色世界，冻结的氮构成的海卫一极冠覆盖了南半球的大部。海卫一表面温度大约只有－310℃。科学家推测它是由岩石和冰混合而成的天体。探测器发现海卫一上的冰火山正在喷发，喷出的是白色的冰雪团块和黄色的冰氮颗粒。由于海卫一重力不大，这种喷发物可高达32千米，是珠穆朗玛峰高度的4倍。迄今为止，海卫一是已发现的太阳系中第三个存在活火山的天体。旅行者2号发现海王星有5条光环，里面的3条比较模糊，可能是海王星碎片构成的。外面的两条环比较明亮，较里面的环原整，最外面的环只有几段弧特别亮。仔细观察后发现，原来环中嵌有7～8团冰块（最大的直径约为10～20千米），其他的则是很小的冰晶和碎石。

当旅行者2号探测器飞进海王星周围的空间时，它的磁强计测量了海王星的磁场和磁层。发现海王星的磁极与海王星的南北极偏差50°，在此之前，天文学家一直把天王星的偏心磁场

看作异常，现在海王星也如此，事情就不那么简单了。如何解释这两个行星的磁场，成为摆在科学家面前的一个难题。

冥王星

九大行星中同太阳的平均距离最远，质量最小的行星要算冥王星了。它在远离太阳59亿千米的寒冷阴暗的太空中蹒跚前行，这情形和罗马神话中住在阴森森的地下宫殿里的冥王普鲁托非常相似，因此，称为冥王星。

冥王星是最晚发现的一颗行星。

在寻找冥王星的工作中，最积极的莫过于美国天文学家洛韦尔了。这位天文爱好者出身的天文学家，从详细算出这颗未知行星的位置，到用望远镜仔细寻找，付出了十几年的心血。1916年11月16日，他突然去世，使发现海外行星的工作整整中断了13年。

1925年，洛韦尔的兄弟慷慨地

捐献了一架大视场 32.5 厘米的照相望远镜，性能非常好，为继续搜寻新行星提供了优越的条件。1929 年，洛韦尔天文台台长邀请汤博（Tombaugh clyde william）加入未知行星的搜索行列。他们一个一个天区地搜索，拍摄了大量底片，并对每张底片进行细心地检查，工作艰苦、乏味。1930 年 1 月 21 日，汤博终于在双子星座的底片中发现了这颗新行星。1930 年 3 月 30 日，发现新行星的消息电告了哈佛大学天文台，从那里向全世界宣告了 20 世纪天文学的这项重大发现，人类对太阳系的认识又前进了一大步。

浑身是谜

冥王星发现至今只有 60 多年，再加上又小又远，是目前大行星中面目最为模糊的一颗。20 世纪 70 年代和 80 年代是太阳系航天探测的黄金时代，九大行星中已有 8 颗被行星际探测器近探过，只有冥王星是航天器未涉足的死角。在各种天文书刊中给出的行星参数表上，冥王星这一栏留下的空白最多，即使被列出数据，有不少也被打上问号，表示不准确。

除了一大串未知数外，人们对冥王星的身

份也有怀疑。冥王星的直径、质量是行星中最小的，密度为每立方厘米1.8～2.1克，反照率为50％～60％，这同外行星的几颗冻结的大卫星很相似。冥王星究竟是行星还是卫星？抑或是一颗大的小行星？然而，不管它是什么，作为太阳系遥远边界上的一个天体，它的神秘感对天文学家有很大的吸引力。相信不久的将来，随着探测技术的发展，冥王星将成为行星天文学的热门课题。

直径有多大

由于冥王星太暗太小，发现后很长时间不能确定它的大小。最早估计它的直径是6600千米，1949年改为10000千米。1950年，柯伊伯用新建的5米望远镜将其修正为6000千米，1965年又用冥王星掩暗星的方法定出直径的上限为5500千米。1977年发现冥王星表面是冰的甲烷，按其反照率测算，冥王星的直径缩小到2700千米。1980年用莫纳克亚山上的3.6米红外望远镜测出的冥王星直径在2600～4000千米之间，查龙直径为2000千米。近年一些天文学家观测指出，冥王星的直径约为2400千米，比月球（3475千米）还小，而查龙直径为1180千米，它与冥王星直径之比是2∶1，是

九大行星中行星与卫星直径之比最大的。所以，有人说冥王星和它的卫星更像一个双星系统。

亮度变化之谜

最近一次冥王星过轨道近日点，是在1989年9月。也就是说，从它发现之日起，它正在一刻不停而缓慢地接近太阳，直到过近日点之后，它才逐渐远离太阳。

既然是在接近太阳，那么，80年代末之前冥王星的亮度应该呈增大的趋势。可是，观测结果并非如此。大体上说来，在50年代里，它的平均亮度是14.9等，60年代下降到15.0等，70年代又暗了一些，为15.1等，而80年代继续变暗为15.2等。

这是为什么呢？星等差0.3等，大致相当于亮度差1.3倍。为什么在长达好几十年的时间里，冥王星的亮度有那么不算小的变化呢？

这是个难解的谜。

表面真相之谜

好些科学家相信，在离太阳30～50天文单位的区域内，存在着一个被称做“柯伊伯盘”的包层，它包含着众多的彗星，无异是个彗星“仓库”。在这个区域内运行的行星只有冥王星，如

果柯伊伯盘确实存在的话，彗星袭击冥王星表面的机会就会很多，它们会毫无怜悯地频频撞击冥王星及其卫星表面，在它们表面留下清晰的痕迹。

通过地面观测来解开冥王星及其卫星表面真相之谜的可能性太小了，人们寄希望于飞向它们的行星探测器。如果抓紧时间，在下一个发射的有利时机（2001～2004 年），就成功地发射探测冥王星的探测器，它最早也得在 2015 年前后飞临探测目标。错过时机的话，就得再等上 13 年左右。

身份之谜

我们不妨比较一下下面的一些数值：最大的小行星——“谷神星”的直径约 1020 公里，冥王星直径 2300 公里，次小的大行星——水星直径 4880 公里。我们就会看到，冥王星与谷神星的直径比，以及水星与冥王星的直径比，两者基本一致。这么小的冥王星能算是大行星吗？

美国天文学家马斯顿是位著名的小行星和彗星轨道专家。在冥王星发现 50 周年的纪念会上，他提议把冥王星降格为小行星，实在可说是开了个不大不小的玩笑。但是，马斯顿却是很认真的，他甚至还具体建议把冥王星补缺定为第

330号小行星。原来的第330号小行星是“阿德尔伯特”，于1892年发现，它是用照相方法寻找小行星之后，被找到的最初几颗小行星之一，其中的第一颗于1891年12月20日被发现，编号323。遗憾的是，“阿德尔伯特”被发现之后，只观测到两次，从此就销声匿迹，再也没有见到过它。

冥王星难道是颗跑到海王星轨道之外去的特殊小行星吗？像冥王星那样特殊轨道的已知小行星，目前还举不出例子，但是，有点类似的小行星还是有的。其一是第944号小行星“希达尔戈”。它是在1920年10月被发现的，是颗轨道倾角和偏心率都很大的小行星。它绕太阳一周需14年，离得最近时只有2天文单位，最远时达9.61天文单位，比土星离太阳的平均距离还略大一点。

其二是轨道更加特殊的第2060号小行星“契龙”。这颗1977年才被发现的小行星，轨道近日点约8.5天文单位，在土星轨道内侧；远日点距离达18.8天文单位，快接近天王星了。它的公转周期是50.7年。在“契龙”被发现10来年之后，根据它的反照率较低和有时亮度突然变化等情况，天文学家们怀疑它不是小行星，

比较倾向于把它列入彗星的范畴。究竟应如何分类？“契龙”于1996年过轨道近日点时，定会有个比较明确的答案。

可见，随着资料的积累，改变一个天体原先的身份是可能的，更何况冥王星被发现才60多年，从发现以来它才走了自己运行轨道的1/4。有人甚至提出冥王星曾经是海王星的卫星。

冥王星的“身份”究竟应该如何确定？确实是颗大行星呢？还是小行星或者卫星呢？

奇特的轨道

冥王星是大行星中的“侏儒”。然而它却保持着众多的太阳系行星之最，其中特别值得一提的是轨道的偏心率和倾角。

行星绕太阳公转的轨道都是椭圆。椭圆也有各种各样的，有很接近于圆的椭圆，也有很扁长的椭圆，一般都用偏心率来表示椭圆的形状。椭圆的偏心率都比1小，越接近1的椭圆越扁；偏心率越小，椭圆就越接近圆。圆的偏心率是0。九大行星中以冥王星的轨道偏心率最大，达到0．25。也就是说，它离太阳最近或最远时，比平均距离各有25％的变化。

倾角指的是行星轨道平面与黄道面两者互

相交错而形成的角度。黄道实际上就是地球绕太阳公转的轨道，以这个轨道平面，即黄道面为基准的话，九大行星中的8颗行星的轨道平面与黄道面相交的角度——倾角，都不大于7°，唯独冥王星超过了17°，简直是“鹤立鸡群”。

与冥王星相反，海王星轨道的偏心率只有0.00785，只及冥王星的三十几分之一。海王星的公转轨道与正圆相差无几，是个非常稳定的轨道。它与金星是九大行星中轨道偏心率最小的两颗行星。海王星轨道的倾角也不大，只有1.8°。

1989年8月，“旅行者2号”飞探海王星时，新发现了6颗不大的海王星卫星，使它的卫星数增加到8颗，不过，原先发现的那两颗卫星的特点仍非常明显，给人深刻印象。海卫一早在海王星被发现的当年，即1846年就被观测到了。最新测定它的直径只2720公里，在已知的60多个卫星中名列第七。它的使人惊讶的两个特点是：(1)轨道偏心率为0，即它绕海王星运行的轨道是正圆形的，这在卫星来说是不多见的；(2)它是逆向运动的，即绕海王星运行方向与其他多数卫星绕各自行星的运行方向刚好相反，太阳系卫星中也有那么几颗卫星是逆向运

动的，但都是些不大的卫星。

过了整整一个世纪之后，于1949年发现的海卫二的最大特点是它轨道偏心率特别大，达到0.75，它离海王星平均约556万公里，而它的距离变化范围却是139～973万公里。海卫二轨道的偏心率不仅远远超过所有的卫星和行星，就是与以偏心率大而著称的彗星相比，也毫不逊色。如果你手中有一张彗星表的话，就能立即看出这一点。大家比较熟悉的哈雷彗星的轨道偏心率是较大的，为0.97，1965年我国紫金山天文台发现的“紫金山1号”和“紫金山2号”两颗彗星的轨道偏心率，就分别只有0.58和0.51，而短周期彗星中轨道偏心率小于0.7的俯拾即是。

轨道偏心率和运行方向如此“奇特”的两颗卫星，都处在冥王星的邻居——海王星的卫星系统内，说明什么呢？

逃离海王星说

考虑到冥王星的直径和质量都不大，而其运行轨道却比较奇特，早在1934年，日本学者山本就提出：冥王星是颗很早以前“逃”离了海王星的原海王星卫星。两年之后，里特顿进一步补充了山本的设想，认为现在的冥王星和海卫

一同为海王星的卫星时，偶然的机会使两者非常靠近．引力相互作用的结果使海卫一从顺向变为逆向运动，冥王星被“抛”离原来轨道，进入另一条独立轨道，“自立门户”成为直接绕太阳转的行星。当时，冥王星的质量被认为比海卫一的大，尽管两卫星接近的机会不多，但设想有合理的一面，而受到许多人的赞赏。后来，被测得的冥王星质量越来越小，甚至比海卫一都小，说它能使海卫一的运动转向，就难以说服大家了。

在行星科学研究方面作出重要贡献的美国科学家柯伊伯，原则上同意冥王星是从海王星系统里“逃”出来的。1956 年，他指出这次“逃”离发生在海王星及其卫星系统开始形成时的太阳系早期历史阶段。但是，他不同意这样的观点，即两颗正常运行的卫星会有机会接近到能相互起那么大作用的程度，也不同意海卫一的逆向运行是这次“事件”的结果。他还表示：除海卫一之外，太阳系内至少还有 5 颗卫星都是逆向运动，根本不可能会发生那么多次的“事件”。

1979 年，哈林顿等几位美国天文学家在研究分析了前人的各种假说之后，提出了新的观

点。他们认为：当初，海王星至少有 3 颗较大的卫星，即海卫一、海卫二和现在的冥王星。一颗行星从海王星的卫星系统中穿过时，其引力使海卫一改变了原来的运动方向而变为逆向运动，使海卫二的轨道偏心率发生剧变和极大地增大，并把冥王星“抛”离原来轨道。

那么，怎么样的一个天体能造成如此众多的变化呢？哈林顿等人认为，它的质量应是地球的 2～5 倍，在离开海王星系统之后，它循着偏心率很大的轨道绕太阳运动，而目前正处在离太阳比较远的轨道部分。它也就是假设中的太阳系第十大行星——冥外行星。

是由星子聚合成的吗

另外的假说完全无视冥王星是“逃”出来的观点，主张冥王星是由星子凝聚而成的。所谓星子，指的是从气体物质逐渐凝聚成的小块固体物质，通过碰撞、吸积等过程，小星子变成大星子，再聚合成为行星或者卫星。对于后来才形成的行星和卫星来说，星子好比是它们的胚胎。这种假设认为海卫一也好，冥王星也好，原来都是这部分太阳系空间中的星子，它们在凝聚和变大的过程中，被海王星俘获了的那个大星子就是海卫一，走上了独立轨道的那个大星子就是

今天的冥王星。至于海卫一和冥王星的大小、轨道等种种情况，主要跟它们的原始状态有关，也就是跟它们的起源和演化有关。

我国已故天文学家戴文赛对太阳系天体的起源和演化，提出过不少精辟的见解，他对冥王星“身世”的看法是这样的：冥王星从来没有担当过海王星卫星的角色，而是由原始星云盘外部区域中的大星子形成的。在太阳系诸天体从原始弥漫星云中开始形成时，星云盘中海王星形成区域相对来说是比较宽的。由于空间范围较大，星子凝聚成行星的过程中，不可能把所有星子都吸积过来，总会有些残存的星子，甚至是较大的星子，继续在海王星附近的空间里循着原先的轨道运行着。在海王星形成的晚期，其形成区内的一个大星子被另一个较大星子碰撞，而将自己的近似圆的轨道变为偏心率很大的轨道，同时轨道倾角也增大好多，它还获得了绕太阳公转的独立轨道，它就是我们今天所说的冥王星。

成为冥王星的那个较大星子可能经历了不止一次的碰撞，其中有一次仅仅是略微碰了一下表面，碰出来的物质被抛到好几万公里远的地方，随后逐渐聚集成为冥王星的卫星。这样形

成的冥王卫星可能还不止一个。

冥王星的起源问题一直牵动着天文学家们的心，是个假说不少而进展不大的谜，它与整个太阳系起源问题密切相关。冥王星自从 1930 年被发现以来，我们对它一直知道甚少，1978 年 7 月冥王卫被发现之后，情况有所好转，我们有理由相信，科学家一定会越来越了解它，彻底弄清楚它的来龙去脉。但从迄今为止的情况来看，对冥王星的观测、研究还很不够。

冥外行星之说

哥白尼提出日心说时，土星是太阳系的边界，后来，随着天王星、海王星、冥王星的发现，太阳系边界一次次外延。然而从理论上说，太阳系的范围应比现在的九大行星的范围大几十倍，甚至几百倍。太阳系中是否还存在冥外行星？对此，天文学家做了十分浩繁和艰苦的工作。汤博在发现冥王星后的 14 年里，一直在用发现冥王星的方法寻找冥外行星。他用闪视镜仔细检查了 362 对底片，从每张底片的每一小格中寻找可能存在的新行星，他发现了大量天体，却唯独没有冥外行星。科学家认为冥外行星如果存在，势必会使飞近他的探测器受到摄动，

其影响足可以在探测器的运行轨道中反映出来。然而旅行者号探测器在飞越过海王星和冥王星轨道之后，运行正常，没有提供一点点证明未知天体存在的蛛丝马迹。到底有没有冥外行星，目前还是一个待解之谜。